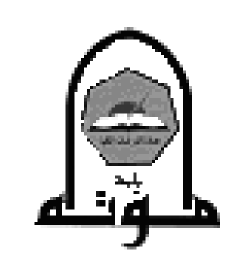


كلية الدراسات العليا

# استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية لإيجاد افضل مسار للقطار الخفيف في مدينة عمان

إعداد الطالب

قصي مصطفى حسين عنانزه

إشراف

الاستاذ الدكتور: نايف الروسان

مقدمـــة الـــى كـليـــة الـــدراســـــات العـلـــيا
استكمالاً لمتطلبات الحصـــول علـــى درجـــة الماجستير
في تخصص نظم المعلومات الجغرافية/ قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2015

بسم الله الرحمن الرحيم



MUTAH UNIVERSITY
College of Graduate Studies

جامعة مؤتة
كلية الدراسات العليا

نموذج رقم (١٤)

# قرار إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب قصي مصطفى العنانزة الموسومة بـ:

**استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية لايجاد افضل مسار للقطار الخفيف في مدينة عمان**

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في **نظم المعلومات الجغرافية.**

**القسم: الجغرافيا.**

| | التوقيع | التاريخ | |
|---|---|---|---|
| أ. د. نايف محمود الروسان/ | | ٢٠١٥/١٠/٢١ | مشرفاً ورئيسا |
| أ.د. زكي يلدار مشوقة | | ٢٠١٥/١٠/٢١ | عضواً |
| أ.د. ابراهيم مطيع العرود | | ٢٠١٥/١٠/٢١ | عضواً |
| د. رضا علي العظامات | | ٢٠١٥/١٠/٢١ | عضواً |

**عميد الدراسات العليا**

**د. محمد المحاسنة،**

MUTAH-KARAK-JORDAN
Postal Code: 61710
TEL :03/2372380-99
Ext. 5328-5330
FAX:03/ 2375694
e-mail: dgs@mutah.edu.jo sedgs@mutah.edu.jo
http://www.mutah.edu.jo/gradest/derasat.htm

مؤته – الكرك – الاردن
الرمز البريدي: ٦١٧١٠
تلفون: ٠٣/٢٣٧٢٣٨٠-٩٩
فرعي 5328-5330
فاكس 375694 ٠٣/٢
البريد الالكتروني
الصفحة الالكترونية

# الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع الى من سرت على دربه، الى من علمني بأخلاقه خصالاً أعتز بها أبي العزيز. والى من حملتني وهناً على وهن وقاست وتألمت لأجلي و سهرت الليل لراحتي أمي العزيزة

وإلى من مكانها القلب والمستقبل القادم ان شاء الله خطيبتي العزيزة

وإلى السند والرفقاء إخواني وأخواتي الاعزاء

وإلى أصدقائي جميعاً

## الشكر والتقدير

لا يسعني بعد الانتهاء من هذه الدراسة وامتثالاً لقول الرسول الكريم: ( من صنع اليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئونه، فأدعو له حتى تروا انكم قد كافئتموه ) ( سنن ابن داوود، ص131) أرى لزاماً علي عرفاناً مني بالجميل أن أعبر عن عظيم شكري ووافر تقديري للأستاذ الدكتور نايف الروسان الذي تفضل بقبول الاشراف على هذه الدراسة، وأعطاني من وقته مالا أقدر على الوفاء به، فالله اسأل أن يمدّه بطولة العمر وحسن العمل.

وأيضاً اتوجه بجزيل الشكر والامتنان الى الاساتذة الافاضل أعضاء لجنة المناقشة:

1. الأستاذ الدكتور زكي مشوقة عضو هيئة التدريس في جامعة مؤتة
2. الأستاذ الدكتور ابراهيم العرود عضو الهيئة التدريسية في جامعة مؤتة
3.الدكتور سطام الشقور عضو الهيئة التدريسية في جامعة مؤتة
4. الدكتور رضا العظامات الاستاذ المشارك عضو الهيئة التدريسية في جامعة آل البيت

اشكرهم جميعاً على تفضلهم بقبول مناقشة هذه الدراسة ليزيدوها تنقيحاً وتدقيقاً بإبدائهم ملاحظاتهم القيمة وتوجيهاتهم السديدة.

كما أتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى عطوفة الدكتور المهندس عوني الخصاونة مدير المركز الجغرافي الملكي والى جميع العاملين فيه على ما قدموه لنا من تسهيلات خلال مدّة الدراسة

## الفهرس المحتويات

## قائمة الجداول

## قائمة الاشكال

## الملخص

## استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية لإيجاد أفضل مسار للقطار الخفيف في مدينة عمان

**قصي مصطفى حسين عنانزه**

**جامعة مؤتة، 2015**

تعد الأزمة المرورية وحوادث السير من المشكلات الكبرى التي تواجه مدينة عمان فضلا عن إلى تردي نوعية النقل العام، من هنا هدفت هذه الدراسة إلى إيجاد حل مناسب للمشكلة المرورية، واقتراح مشروع وسيلة نقل آمنة عن طريق القطار الخفيف باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، والاختيار بناء على تعدد المعايير، حيث تمحورت الدراسة حول إمكانية إنشاء القطار الخفيف أو عدمه، ومن ثم إيجاد مدى ملائمة منطقة الدراسة لإنشاء المسار.

استخدمت الدراسة كلاً من طبوغرافية المنطقة، واستعمالات الأراضي، والمعالم الرئيسية فيها، وشبكة الطرق، ومواقف الباصات كمحددات رئيسة لتحديد مدى الملائمة لإنشاء هذا المسار.

وجاءت الدراسة في جزئين:

الجزء الأول: وفيه استخدمت تقنية الحساب المنطقي( Boolean ) لتحديد المناطق المسموحة وغير المسموحة لإنشاء محطات ومسار للقطار.

الجزء الثاني: وفيه استخدمت فيه تقنية جمع الأوزان الخطية WLC لتحديد مدى ملائمة المناطق المسموحة لإنشاء محطات ومسار القطار.

وقد تم استخدام المناطق الاكثر ملائمة لرسم المسار النهائي وإنشاء خارطة لمسار مقترح بناء على نتائج الدراسة.

## Abstract

**The Use of Geographic Information Systems Technology to Find The Best Path For Light Rail in the City of Amman**

**Qusay Mustafa Hussain Ananzh**
**Mutah University. 2015**

The traffic crisis and traffic accidents is the major problems facing the city of Amman in addition to the deterioration of the quality of public transport, So this study aimed to find a suitable solution to the traffic problem, And secure and safe way transfer by Light Rail using GIS technology by ArcGis10.2 and selection based on the multiplicity of standards, Where the study focused on the possibility of establishing a Light Rail or not and then find the Appropriateness of the study area to create a path.

The study used the topography of the area, Land use, the main Landmarks in the region, A network of roads and major Buses stops delimiters to determine the appropriate path to create this path.

The study was divided into two parts:

The first part: Which used the logical calculation technique to determine the Boolean allowable and non-allowable areas for the establishment of stations and the path of the train.

The second part, Which used the technique in which the collection of linear weights WLC to determine the suitability allowed for the establishment of stations and the path of the train areas.

I have been using highly appropriate to draw the final track areas and creation the a map of the path of a proposed according to the results of the study

# الفصل الاول
# مشكلة الدراسة و أهميتها

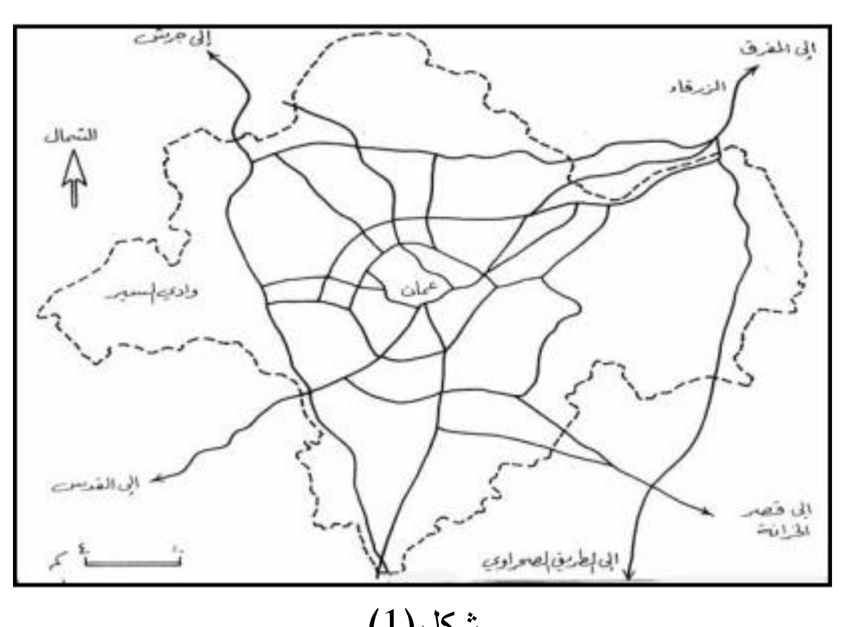
## 1.1 المقدمة

تشكل الزيادة السكانية في الأردن عبئا كبيراً على التنمية الإقتصادية والإجتماعية، وهاجسا أمام واضعي السياسات السكانية، حيث تجاوز عدد سكان الأردن عشرة ملايين نسمة لغاية شهر حزيران من عام 2015، يعيش 82,6 % منهم في المدن والباقي في الريف والبادية (دائرة الإحصاءات العامة 2015)، وقد عانى الأردن بشكل كبير من النمو السكاني بسبب الظروف السياسية المحيطة بالمملكة وخاصة خلال النصف الثاني من القرن الماضي، كان له الأثر الكبير في استنزاف الموارد الإقتصادية وإعاقة المشاريع التنموية، وزيادة الحمل على كاهل الحكومة والمؤسسات الوطنية التي تبذل قصارى جهدها في إعداد الخطط وإقرار السياسات للحد من تأثير النمو السكاني على موارد المملكة وحماية ما تبقى منها.

كان للعاصمة عمان النصيب الأكبر من النمو السكاني المطرد حيث يتركز38% من مجموع السكان فيها (دائرة الإحصاءات العامة 2012)، بالإضافة إلى الهجرات الداخلية، والهجرات الخارجية من مختلف الدول العربية الشقيقة خصوصا في الفترة التي تلت ما سمي بالربيع العربي، حيث أدت هذه الزيادة الى الضغط وبشكل هائل على مختلف الخدمات في العاصمة، ومن أهمها شبكة الطرق والمواصلات، مما أدى إلى عدم استيعابها بكفاءة لأعداد المركبات والمشاة، حيث أصبحت هذه إحدى المشكلات التي تؤرق معدي الخطط وصانعي القرار في العاصمة.

تتخذ شبكة الطرق في عمان النمط الشعاعي الذي ينطلق من مركز المدينة ليربطها مع مختلف مناطق المملكة، فهناك ستة طرق شعاعية رئيسة ترتبط بشبكة معقدة من الشوارع والطرق الرئيسة والفرعية الضيقة ذات الاتجاه الواحد التي تحيط بمركز المدينة التجاري أو تخترقه، ونظراً لكثافة حركة المرور على الطرق الشعاعية الرئيسة فقد تم ربطها بطريقين دائريين: أحدهما خارجي، والآخر داخلي. ورغم ذلك

مازالت الطرق الشعاعية تشهد ازدحاماً بسبب حركة المرور العابر، ولأن طاقتها الإستيعابية محدودة، بالإضافة إلى أن طبيعة عمان جبلية، وهذا يحد من إيجاد طرق بديلة يمكن أن يتم استخدامها للتخلص من الأزمات، حيث يبلغ طول شبكة الطرق في العاصمة عمان 1044كم، منها 277كم طرق رئيسية، و203 طرق ثانوية بينما بلغ طول الطرق القروية 564كم. (امانة عمان الكبرى 2015)




شكل(1)

شبكة الطرق الرئيسية في مدينة عمان الكبرى

هذا ومما يزيد من المشكلة المرورية في مدينة عمان مواقف السيارات، وهي على أربعة انواع:

1. مواقف السيارات على امتداد جانبي الشوارع الإشعاعية الرئيسة: وتستعمل هذه المواقف غالباً من قبل السكان المحليين، والموظفين العاملين في الدوائر العامة والخاصة.
2. مواقف السيارات خارج الشوارع الرئيسة: تقوم هذه المواقف على قطع أرض خالية من العمران وعادة ما يكون الوقوف فيها بأجر يتناسب مع مدة الوقوف.
3. مواقف السيارات متعددة الطوابق في المراكز التجارية، وهذا النوع من المواقف محدود وذو طاقة استيعابية محدودة.

4. مجمعات سيارات نقل الركاب فتوجد مجمعات رئيسة لسيارات نقل الركاب موزعة على أنحاء المدينة المختلفة منها مجمع الشمال ومجمع الجنوب و مجمع رغدان، ويبين الشكل (15) ابرز مواقف الباصات الرئيسية داخل مدينة العاصمة عمان.(امانة عمان الكبرى 2015)

وبالنسبة لحركة المرور وتنقل المواطنين فإن نصف سكان عمان يعتمدون على سياراتهم الخاصة بحسب تقرير المواصلات الخاص بالبنك الدولي، ويشير هذا الإعتماد على السيارات الخاصة كوسيلة نقل اساسية إلى ضعف شبكة النقل العامة بالمملكة، فبحسب تقرير للبنك الدولي تصل نسبة الأشخاص في عمان الذين يعتمدون على النقل العام مثل الحافلات وسيارات الأجرة الى 47 ٪ من السكان، أما النسبة الباقية الـ53 ٪ فهم يستخدمون المركبات الخاصة.

بلغ عدد المركبات المسجلة في الأردن عام 2013م (1,263,754) مركبة وبحسب دائرة الإحصاءات العامة فقد تم تسجيل عدد المركبات العمومية المسجلة في العاصمة عمان (76,209) مركبة، وعدد المركبات الخصوصية حوالي (935,889) مركبة موزعين ما بين حافلات وسيارات نقل، إضافة إلى مركبات السياح والوافدين والمغتربين أثناء، عودتهم والسيارات الحكومية غير المسجلة، مثل سيارات القوات المسلحة والأجهزة الأمنية والسفارات، وكلها تشكل جزءاً من الأزمة المرورية. إن ارتفاع عدد المركبات خاصة في العاصمة عمان تسبب بازدحامات مرورية نظراً للأسواق التجارية والمولات وغيرها مما يؤثر على حركة السير وبالتالي زيادة في عدد الحوادث، حيث تم تسجيل (565) حالة تدهور في العاصمة عمان بحسب دائرة الإحصاءات عام 2013، بالإضافة إلى 72554 حالة اصطدام بين المركبات و 1683 حالة اصطدام المركبات بالمنشآت، مما يفسر إرتفاع عدد المصابين الذي بلغ 6375 وعدد الوفيات 208 في العاصمة عمان وحدها عام 2013، إن هذه الإحصاءات تبين قدر الخسائر في الأرواح والممتلكات الذي تعانيه العاصمة.(احصائيات أمانة عمان الكبرى 2013)

والآن أصبحت ظاهرة الفوضى المرورية والإزدحام الشديد الذي تشهده شوارع عمان وعلى مدار اليوم حالة دائمة تؤرق السائقين الذين أصبحوا يبحثون عن طرق بديلة لتفادي هذه الأزمة، والتي كانت في الماضي تنحصر في أوقات محددة مثل بداية ونهاية الدوام،

وكذلك في أوقات معينة في السنة مثل فصل الصيف وعودة المغتربين ونشاط موسم السياحة، إلا أنها أصبحت الآن تشكل ظاهرة يومية دائمة سواء في النهار أو الليل، مضاف إلى ذلك كله ما يحدث من أزمات مرورية في فصل الشتاء نتيجة لتساقط الأمطار بغزارة وذوبان الثلوج مما يشير إلى عدم كفاءة وجاهزية شبكة الطرق والمواصلات وتأثرها مباشرة بأي حدث أو طارئ سواء أكان ناتجاً عن زيادة في عدد المركبات والسكان أم بسبب الظروف والأحوال الطبيعية والجوية.

إن الضعف في شبكة المواصلات العامة يكلف الأردن حوالي 1800 مليون دينار تهدر سنويا على فقدان إنتاجية، وضياع وقت، وسوء استخدام للطاقة، وتعمل على تعميق البطالة والتقليل من جهود التنمية المحلية، ويشكل قطاع النقل عبئاً شديداً على خزينة الدولة، حيث يستهلك 40 % من البترول المستورد إلى المملكة سنويا، وتشير الدراسات أيضا إلى أن السيارات ووسائط النقل تشكل مصدراً رئيسيا لتلوث الهواء في المدن، ناهيك عن الأبعاد الإجتماعية المرتبطة بغياب منظومة مواصلات شاملة وآمنة تضمن لجميع المواطنين والمواطنات الحق والقدرة على الوصول للخدمات الصحية والتعليمية والترفيهية مما يعزز من مظاهر غياب العدالة على المستويين الاجتماعي والجغرافي.(أمانة عمان الكبرى 2015)

ويعود تردي شبكه النقل العام في المملكة إلى عدة أسباب أهمها: تداخل وتعارض صلاحيات الجهات التي تشرف وتنظم قطاع النقل العام، والعشوائية في تصميم شبكة خطوط النقل العام، وغياب العمل المؤسسي لدى مُلّاك وسائط النقل العامة والخاصة، وضعف البنية التحتية في مراكز انطلاق ووصول ومواقف على مسارات الخطوط وافتقار الموجود منها للخدمات والتنظيم علاوة على أن نظام النقل العام ذو كفاءة متدنية لا تخدم متطلبات المواطنين ولا يستخدمها إلا الدخل المحدود، بالإضافة إلى عدة أسباب تعود إلى أخطاء وتصرفات من قبل مستخدمي شبكة الطرق والمواصلات وتشمل:

1. اتخاذ مسرب خاطئ.
2. التتابع القريب.
3. عدم إعطاء أولوية المرور للمركبات.
4. خطأ الرجوع إلى الخلف.

5. عدم التقيد بالشواخص المرورية.
6. الانعطاف والدوران الخاطئ.
7. عدم إعطاء أولوية مرور للمشاة.
8. تجاوز السرعة المقررة.
9. اصطفاف السيارات بشكل غير منظم وغير قانوني أمام المراكز التجارية والدوائر العامة، وعدم الاصطفاف في المواقف المخصصة أين وجدت.

ثانياً أخطاء وتصرفات المشاة وتشمل ما يلي:

1. عدم الالتزام بالسير في المسارب المخصصة للمشاة.
2. عبور الطريق من مكان خاطئ.
3. قيادة الدراجات الهوائية على الطرق.

ثالثاً :عيوب المركبات، وتقتصر هذه العيوب على:

1. الإطارات الماسحة او المهترئة.
2. موانع الرؤية على الزجاج الامامي.
3. إهمال وغياب الصيانة الدورية للمركبات.

وبالتدقيق في هذه العوامل السلبية نجد أنها في واقع الأمر أسباب رئيسة للحوادث، وهي في الوقت نفسه نتائج هامة سببها عدم وجود تخطيط مكاني شامل ومتكامل؛ فقد عمل نمط التوزيع المكاني لاستعمال الأرض التجارية على خلق الازدحام والتداخل بين حركة المشاة والمركبات بشكلٍ عشوائي، الأمر الذي وضع سائقي المركبات والمشاة في ظروف غير عادية دفعتهم إلى الوقوع في الأخطاء، كذلك فإن أساليب وطرائق التخطيط المكاني المطبقة أنتجت نمطاً من التنمية المكانية التي تعاني من قصور في جوانبها التربوية والإعلامية، الأمر الذي نجم عنه مستوى منخفض من الوعي المروري؛ فكانت السلوكيات السلبية للأفراد من مشاة وسواقين، بالإضافة إلى الأخطاء التقنية في تنفيذ مشاريع الطرق، وقد تظافرت هذه الأمور مجتمعةً فنجم عنها حوادث المرور التي أصبحت تسبب قلقاً للمواطن والمسؤول على حدٍ سواء.

من هنا بدأت فكرة محاولة إيجاد وسيلة نقل عام ذات كفاءة عالية منفصلة عن شبكة المواصلات التقليدية وتلبي في نفس الوقت احتياجات المواطن، وذلك لإعادة ثقته

بالنقل العام، والتقليل من استخدام مركبات النقل الخاصة والحافلات التي تسير في الطرق الرئيسية ذات الازدحام والاختناقات المرورية، بالإضافة إلى استهلاكها للطاقة ودورها في تلوث الهواء، حيث تناولت هذه الدراسة اقتراح مخطط لمسار قطار عمان الخفيف الذي من المتوقع أن يساهم في حل أزمة المرور في العاصمة عمان.

### 2.1 مشكلة الدراسة ومبرراتها:

تتلخص مشكلة الدراسة في الإجابة على التساؤل: هل من الممكن إيجاد مسار مناسب لقطار خفيف، ومدى ملائمة مدينة عمان لإنشاء هذا المسار داخل مدينة العاصمة، لاعتماده كوسيلة نقل عصرية آمنة تخدم وتلبي احتياجات المواطن وذلك في ظل الظروف التالية:

1. الزيادة السكانية المتسارعة.
2. زيادة أعداد المركبات العمومية بشكل كبير، كنتيجة الزيادة السكانية حيث يبلغ أعداد المركبات العمومية التي تجوب شوارع عمان الداخلية فقط (14867) مركبة منها (203) كوستر، (3010) سرفيس، (10372) تكسي، (300) تكسي مميز، (482) حافلة. هذا عدا عن مركبات النقل الخارجي من المحافظات إلى العاصمة وبالعكس.(احصاءات امانة عمان 2015)
3. تردي نوعية النقل العام داخل مدينة عمان، فضلاً عن العشوائية في تنظيمها.
4. استخدام اكثر المواطنين مركباتهم الخاصة بدلاً من وسائل النقل العام.
5. عدم قدرة شبكة مواصلات الطرق الحالية على استيعاب الكم الهائل من المركبات خصوصا في أوقات الذروة.

### 3.1أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة في إيجاد وسيلة مواصلات آمنة عصريه كالقطار الخفيف تخدم المواطنين وتلبي احتياجاتهم اليومية للنقل في مختلف المجالات وتخفف من الأزمة والحوادث المرورية في مدينة عمان، وذلك أن مثل هذه الوسيلة لها قدرة عالية على نقل الركاب بشكل منظّم ومنفصل عن شبكة الطرق.

إضافة إلى أن القطار الخفيف يعد حدى وسائل النقل العصرية التي يستخدمها الجميع ومن مختلف طبقات المجتمع، وإحدى الوسائل الصديقة للبيئة لاستخدامه الطاقة الكهربائية بدلاً من المشتقات البترولية.

## 4.1 أهداف الدراسة

الهدف العام من هذه الدراسة يتمثل في وضع منهجية عامة، بما في ذلك نموذج ينطبق بشكل عام لقياس معايير اختيار وإنشاء خارطة لأفضل مسار للقطار الخفيف في عمان، ومدى ملائمة جغرافية منطقة الدراسة لإنشاء مسار للقطار الخفيف. وتم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام برمجية (Arc GIS 10.2) و الاستفادة من التحليلات المكانية المتاحة من خلاله لدمج مجموعة المعايير والعوامل التي يعتمد عليها مسار القطار الخفيف ويكون اختيار المسار عن طريق :

1. اختيار أفضل المواقع لإنشاء المحطات الرئيسية لتحميل وتنزيل الركاب.
2. اختيار أفضل مسار من المسارات المقترحة ما بين المحطات المتتابعة.
3. إنشاء خارطة نهائية تبين المسار النهائي والمحطات الرئيسية على هذا المسار.

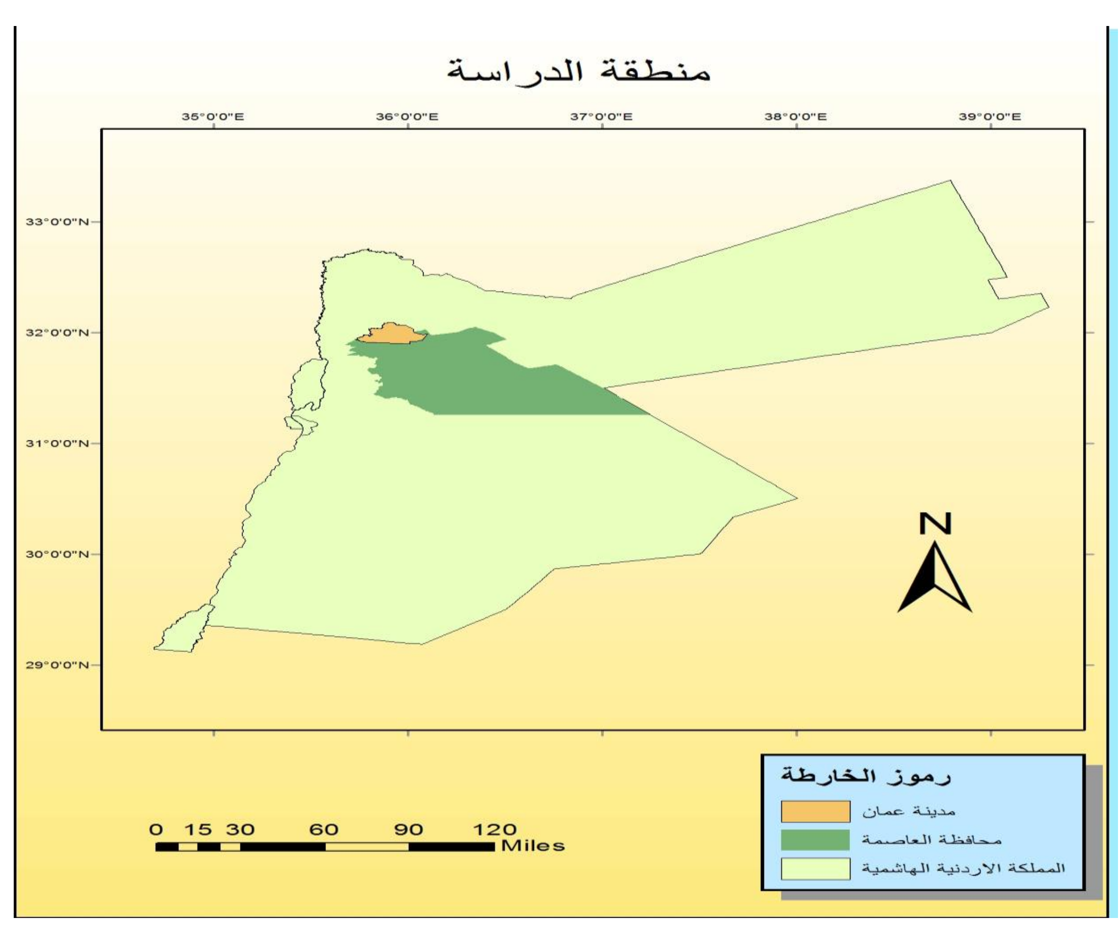
## 5.1 منطقة الدراسة

مدينة عمان التي تقع في وسط المملكة ما بين دائرتي عرض( ´´3´48°32 – ´´18´1°36 ), وخطي طول ( ´´11´54°31 – ´´3´48°35 )، وتقدر مساحتها ب 1680 كم2 ،وهي ذات طبوغرافية جبلية في أغلب مناطقها وأحيائها، وتتراوح ارتفاعات ضواحيها ما بين ( 640 – 1200م ) عن سطح البحر تقريباً، ويمتد فيها أربعة عشر جبلا على طول المدينة وعرضها، ومن أهم جبالها : جبل عمان، و جبل اللويبدة، و جبل الحسين، و جبل القلعة، و جبل النصر، و جبل الأشرفية، و جبل الجوفة، وجبل النظيف، وجبل نزال، والجبل الأخضر وغيرها، وتوجد بين هذه الجبال كثير من الوديان والسهول الواسعة من أهمها وادي السير ووادي صقرة ووادي عبدون وسقف السيل ووادي الرمم.(أمانة عمان 2015)

يسود المدينة مناخ شرقي البحر الأبيض المتوسط في معظم مناطقها المرتفعة والذي يتميز بأنه حار صيفا وبارد ورطب شتاء، بينما تتأثر مناطقها الشرقية بالمناخ الصحراوي شبه الجاف.(كتاب الإحصاءات السنوي2013)

يقدر عدد سكان العاصمة عمان بحوالي ثلاثة ملايين نسمة(أمانة عمان الكبرى 2015)، يتوزعون على تسعة ألوية وهي: قصبة عمان، لواء الجامعة، لواء وادي السير، لواء ماركا، لواء الجيزة، لواء سحاب، القويسمة، ناعور والموقر، بالإضافة إلى أربعة أقضية تابعة للعاصمة عمان وهي: قضاء أم الرصاص، قضاء الرجم الشامي، قضاء أم البساتين وقضاء حسبان.

ويبين الشكل(2) توسط محافظة العاصمة وسط المملكة الاردنية الهاشمية ومدينة عمان التي تمثل منطقة الدراسة.




الشكل ( 2 )

موقع العاصمة عمان وسط المملكة الأردنية الهاشمية

يبلغ طول شبكة الطرق في العاصمة عمان (1044) كم، منها (277)كم طريق رئيسي(highway)، و203كم طريق ثانوي(secondary)، و(564)كم طريق قروي(rural road)، تستخدم في النقل العام والخاص(امانة عمان 2015) ، ويوجد مطارين في العاصمة، مطار الملكة علياء الدولي، ومطار ماركا الذي يستخدم في الطيران المحلي والإقليمي والعسكري أيضا، كما ويمر بالمدينة خط سكة حديد الحجاز، حيث توجد محطة عمان على الخط بين بلاد الشام ومكة المكرمة انطلاقاً من دمشق، والذي توقف العمل به منذ الحرب العالمية الاولى، ويعد المبنى الأثري للمحطة من معالم عمان التاريخية.



الشكل ( 3 )

صورة فضائية لمدينة العاصمة عمان

# الفصل الثاني

# الإطار النظري والدراسات السابقة

## 1.2 الإطار النظري:

### 1.1.2 القطار الخفيف:

يعرف القطار الخفيف (Light Rail Transit) بأنه إحدى وسائل النقل العام الحديثة والتي تستخدم الطاقة الكهربائية لدفع وتحريك عربات(ترام) وقاطرات منفصلة أو متصلة على شبكة من السكك الحديدية ومنصات مخصصة لها قد تكون عالية (أي تعلو مسارات أو طرق السيارات العادية) أو أنها تسير في أنفاق تحت الأرض، بحيث تساهم بعملية النقل الجماعي بكفاءة وسرعة عالية، وتكلفة معتدلة. ( Ibrahim.M,2014.ppo 313)



الشكل ( 4 )



الشكل ( 5 )

الشكل (4)، الشكل (5) يوضح كيفية استخدام العربات بشكل متصل او منفصل.

تعود فكرة القطارات الخفيفة إلى الألماني بوينغ، حيث حاول إدخال هذه التقنية إلى الولايات المتحدة الأمريكية ولكنة فشل في ذلك بسبب أحداث الحرب العالمية الثانية في الفترة (1939-1945)م.(Alkubaisi,M.2014.ppo212)

يتم تصنيف القطار الخفيف تبعا لطبيعة ونوع المسار الذي يتخذه القطار وهو على نوعين:

1. ذات القدرة المنخفضة (lower capacity) : في هذا النوع من المسارات للقطار الخفيف يكون تشغيل القطار أو الترام مع حركة المرور على طول الشوارع والطرق العادية ولكن بمسار خاص على يمين الطريق بحيث تكون واضحة للغاية.
2. ذات القدرة العالية (higher capacity) : في هذا النوع من المسارات يكون القطار منفصل تماما عن الشوارع والطرق العادية، وقد يتم إنشاء المسار مرتفعا عن الطريق العام (أي معلق) أو أن يكون في أنفاق خاصة تحت الأرض. (D.Mota,2014,pp479,480)

وهناك العديد من أنظمة القطارات الخفيفة في عدة دول، قد دمجت ما بين النوعين، حيث أصبح المسار يتخذ أكثر من نمط وذلك بحسب طبيعة الطريق وحركة المرور في المدينة.

إن أحد أهم الحلول التي يمكن اقتراحها للتقليل من مشكلة الإختناق المروري الذي تشهده العاصمة عمان وتردي مستوى خدمات النقل العام هو القطار الخفيف، حيث هدفت هذه الدراسة إلى وضع خطة شاملة لمشروع القطار الخفيف في العاصمة، إذ يعتبر القطار الخفيف من أهم الحلول التي لجأت إليها العديد من دول العالم مثل، المملكة العربية السعودية، وفلسطين، وتركيا، وسنغافورة، وماليزيا، والولايات المتحدة، و دبي، وذلك للحد من مشكلة أزمة الطرق والمواصلات في هذه البلاد خصوصا أن القطار الخفيف يمكن أن يكون معلقاً فوق الطريق بشكل لا يعيق حركة المرور ولا يؤثر على شبكة الطرق الحالية ما يميزه على الباص السريع الذي أدى الي تضييق الشوارع، وضعف القدرة الاستيعابية لها كما هو الحال في مشروع الباص السريع في عمان.




الشكل (6)




الشكل (7)

الشكل(6) والشكل(7) يبين نوعان من المسارات للقطار الخفيف الارضي والمعلق

## 2.1.2 تجارب الدول في مجال القطار الخفيف

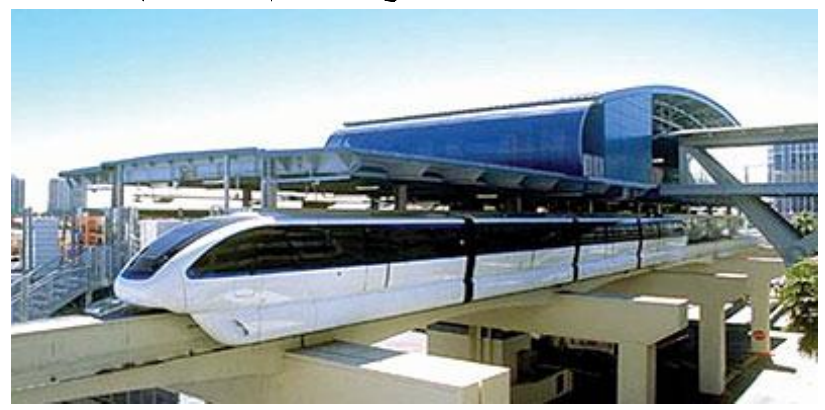
ومن تجارب الدول العربية المجاورة في مجال القطار الخفيف نذكر ما يلي:

أولاً: تجربة المملكة العربية السعودية في القطارات الخفيفة:

1. القطار الذي يعمل على وصل مكة المكرمة بالأماكن الدينية المقدسة ( منى وعرفة ومزدلفة )، لتسهيل تنقل الحجاج اثناء الموسم، وقد سجل هذا القطار أرقاماً قياسية من حيث طول المسار والطاقة الاستيعابية ومقاومته للحرارة والرياح، وصمم ليستوعب 204 عربة.
2. قطار جدة الخفيف، حيث قامت وزارة النقل في المملكة العربية السعودية بتصميم قطار جدة الخفيف في مشروع النقل العام كوسيلة لحل مشكلة الأزمة المرورية الخانقة داخل المدينة حيث تكون المشروع من خطين رئيسيين:

الأول: يبلغ طول المسار 26 كم، يمر ب 18 محطة، ويستوعب50 قطاراً، تبلغ السرعة القصوى لكل قطار 100كم/ساعة، بطاقة استيعابية تقدر ب 15000 راكب لكل ساعة في الاتجاه الواحد.

الثاني: يبلغ طول المسار 37 كم، تقريبا يمر ب 25 محطة، ليستوعب 73 قطاراً، يتكون كل قطار من خمسة عربات بسرعة قصوى تبلغ 100كم/ساعة. ( شاكر واخرون2014)



الشكل (8)

قطار جدة الخفيف

ثانياً: قطار القدس

حيث يعمل على وصل حي بسغات زئيف شمالي القدس وجبل هوتسل ورام الله، ويبلغ طول مسار هذا القطار 14كم تقريبا، تم انشاؤه عام 2011م ،ولا تتجاوز سرعته 70كم/ساعة.

وقد تم تصميمه من أجل تطوير قطاع النقل العام إضافة إلى اعتباره استثماراً لجني الأرباح المادية، ويعمل القطار على الربط ما بين أربع مستشفيات تخدم مدينة

القدس، وما يميز هذا المشروع أنه رافقه مشروع شبكة من الباصات التي تعمل على نقل الركاب من وإلى محطات القطار لتسهيل وصول مستخدمي القطار إلى المحطات من كل نقطة داخل مدينة القدس(http://www.iba.org.il)

ثالثاً: قطار دبي (ترام الصفوح):

يعد هذا المشروع الأول من نوعه في العالم، حيث يعمل الترام بالنظام الأرضي لتغذية الكهرباء على كامل الخط دون حاجته لأسلاك هوائية كهربائية وهذا ما يميزه عن غيره من القطارات السريعة، ويمتد ليغطي المناطق الحيوية على شارع الصفوح من برج العرب ومدينة دبي للإعلام ومنطقة المارينا وعلى مسافة 14.7 كيلومتر، ينقل الترام نحو خمسة آلاف راكب في الساعة الواحدة في كل اتجاه، كما أنه ينقسم إلى ثلاث درجات؛ ذهبية، وخاصة بالنساء والأطفال، وفضية، ويشتمل المشروع بكامله على 25 عربة سعة كل عربة نحو 400 راكب و19 محطة، حيث ساهم بالتقليل من أزمات المرور وتنظيمها في مركز المدينة بإمارة دبي. (http://3indubai.com/)

### 3.1.2 مميزات القطار الخفيف:

تعد القطارات الخفيفة من أفضل وسائل النقل الحديث لسرعتها وانعدام الضوضاء والإزعاج من خلال استعمالها بالإضافة لتوفير الطاقة كونها تعمل بالطاقة الكهربائية مما يسهم في التقليل من التلوث البيئي، وتعد القطارات الخفيفة أحد الحلول المقترحة لمشكلة ارتفاع المديونية التي تسببها الفاتورة النفطية المرتفعة الناتجة عن حاجة كل مواطن أردني إلى سيارة، حيث إن المواطن الأردني ينفق جزءً كبيراً من الدخل على المواصلات شهريا مقارنة بالدول المتقدمة في مجالات المواصلات والنقل العام. بالإضافة إلى قدرت القطار الخفيف على نقل عدد كبير من الركاب خلال اليوم وفي فترة زمنية أقصر بكثير من وسائل النقل الأخرى لوجود مسار خاص فيه، مما يساهم وبشكل فعال في الحد من الأزمات المرورية التي تشهدها العاصمة وتقليل عدد المركبات التي يستخدمها المواطنين وبالتالي التقليل من التلوث وتكلفة التنقل على المواطن والدولة على حد سواء.

إن مثل هذا المشروع في حال تطبيقه في الأردن سيوفر فرص عمل جديدة، وبخاصة أثناء فترة التنفيذ وبعد بدء التشغيل، لحاجته إلى موظفين وفنيين ومهندسين

وعمال وخاصة في حال تصنيع أجزاء القطار في الأردن بالإضافة إلى الحاجه لمساهمة عدة شركات أردنية في مشروع القطار الخفيف مما سيساهم أكثر في عملية الانعاش الاقتصادي للدولة.

### 4.1.2 دور نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط لمشروع القطار الخفيف واختيار أفضل مسار

إن القيام بمثل هذا المشروع، يحتاج لقاعدة بيانات مكانية وجغرافية ضخمة، تتضمن عدة معلومات وخرائط تحوي مسار القطار، ومواقع محطات المستخدمين وأماكن التوقف وغيرها من البيانات اللازمة لتنظيم وتشغيل حركة القطار، لابد من إنشاء قاعدة بيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتي تسهل من عملية تخطيط وإنجاز ومراقبة مسار القطار الخفيف.

تعرف تقنية نظم المعلومات الجغرافية بأنها وسيلة تعتمد أساسا على استخدام الحاسب في تجميع، ومعالجة، وعرض وتحليل البيانات المرتبطة بمواقع جغرافية، لاستنتاج معلومات ذات أهمية كبيرة على شكل خرائط وتقارير ورسوم بيانية تساهم في إدارة المشاريع التنموية والتخطيط بدقة وتساعد على اتخاذ القرارات الإدارية المناسبة، وتستخدم هذه النظم بواسطة الأفراد المؤهلين، لحل مشاكل التعامل مع البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة .

وتتضمن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية عمليات الاستفسار، والتحليل الإحصائي، بالإضافة إلى التصوير، والتحليل الجغرافي المميز، الذي توفره الخرائط، وتمتاز نظم المعلومات الجغرافية بأنها تجمع بين عمليات الاستفسار والاستعلام الخاصة بقواعد البيانات، مع إمكانية المشاهدة، والتحليل، والمعالجة البصرية، لبيانات جغرافية من الخرائط، وصور الأقمار الصناعية، والصور الجوية، وهي الميزة التي تميزها عن نظم المعلومات المعتادة، وتجعلها متاحة لكثير من التطبيقات العامة والخاصة، لتفسير الأحداث، وحساب المؤشرات، ووضع الاستراتيجيات .

وقد تطورت الحاجة إلى نظم المعلومات الجغرافية في المجالات والتخصصات المختلفة، مثل التخطيط العمراني، وحماية البيئة، واستخدامات الأراضي، وإدارة المرافق، وغيرها، بسبب قدرتها على تنظيم وتحليل المعلومات الجغرافية، وتمتاز بالقدرات الآتية :

1. إمكانية الربط بين البيانات المكانية والوصفية .
2. القدرة على التعامل مع عدة طبقات من البيانات في وقت واحد.
3. القدرة التحليلية .
4. المساهمة في دعم اتخاذ القرار .

ومن أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية:

**1. التخطيط الحضري :**

تساهم أنظمة المعلومات الجغرافية في تخطيط استخدامات الأراضي وتوزيع السكان بشكل كبير وكذلك تحديد أفضل المواقع للخدمات الجديدة والمرافق العامة وتوزيع الخدمات القائمة بما يتناسب مع الكثافة السكانية في المدن والقرى، حيث يسهل تخطيط المشاريع الحضرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية و وفقاً لمعايير عالمية في هذا المجال.

**2. شبكات الكهرباء والاتصالات:**

يستخدم المختصون نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء شبكات الكهرباء والاتصالات الأرضية، ومتابعة أعمال الصيانة، والشكاوي وتحديد أماكن العطل في الشبكات وعمل النماذج (المحاكاة) والتحاليل وتقارير الانجاز، والمتابعة للاستفادة من القدرات المتقدمة المتوفرة في النظام لرفع مستوى الخدمات المقدمة للمستفيدين .

**3. شبكات المياه والصرف الصحي :**

وهنا تستخدم نظم المعلومات الجغرافية لتخطيط وإدارة تشغيل الشبكات وأعمال الصيانة وعمل النماذج الهيدروليكية على الشبكة وإظهار تأثير أي تغير يطرأ على الشبكات بالإضافة إلى تسهيل توزيع الشبكات وضخ المياه بما يتناسب مع الكثافة السكانية في منطقة ما.

**4.الإرتباط الحي و المباشر بقواعد البيانات :**

مع تطور الخدمات أصبح الحصول على المعلومة في الميدان من الضرورات الملحة، ولها تأثير كبير في حسن التصرف مع الأزمات وتقليص وقت التنفيذ، واتخاذ القرار المناسب، حيث توفر الأنظمة الجغرافية تقنيات غير مسبوقة سواء من حيث الدقة أو سرعة التصفح والاستعراض لأي بيانات أو مواقع أو طلب تقارير وطباعتها سواء على الأجهزة المحمولة مثل نظام تحديد المواقع العالمي GPS أو الإنترنت وتفعيل الكثير من التطبيقات الهامة والحيوية للفرق الميدانية ولصناع القرار .

**5.أنظمة تتبع المركبات :**

تساهم نظم المعلومات الجغرافية بما تمتلكه من تقنيات حديثة في تتبع المركبات و المتابعة الدقيقة والتفصيلية لحركة المركبات على الطرق وحركة السير وتحديد أماكن الازدحام في أوقات الذروة، بالإضافة إلى إمكانية تحديد موقع أي مركبة في أي لحظة والسرعة التي سارت بها ومعرفة اتجاهها والطريق الذي تسير فيه كجزء من النظام الملاحي الذي يكون مزيج ما بين نظم المعلومات الجغرافية ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS ) ضمن بيئة الحاسوب.

**6.الخدمات الصحية :**

تقدم نظم المعلومات الجغرافية منظومة متكاملة من الحلول والأنظمة والتطبيقات مثل تحديد التوزيع الأنسب للمراكز الصحية والمستشفيات حسب الاحتياج والكثافة السكانية وتوزيع التخصصات الطبية وأنواع الأمراض ومعلومات تفصيلية حية عن كل مركز أو فرع في المناطق المختلفة بالإضافة لدعم وضع الخطط المستقبلية، ومراقبة تحرك سيارات الإسعاف أثناء القيام بعمليات الإنقاذ.

**7.النقل والمواصلات وشبكة الطرق :**

وهي من أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والتي سيتم استخدامها في هذه الدراسة لاختيار أفضل مسار للقطار الخفيف، حيث تبرز أهمية نظم المعلومات الجغرافية بمجال النقل والمواصلات في دراسة وتحليل بيانات الطرق وحالتها التشغيلية وإنشاء وتوزيع شبكة الطرق وتحديد أفضل المسارات لأعمال النقل وتحليل ودراسة حالة

الطريق ، كما يمكن تصميم المتطلبات الخاصة كدراسة حوادث الطرق وتوزيعها الجغرافي وغير ذلك.

وتوفر نظم المعلومات الجغرافية أيضا إمكانية تحليل شبكات الطرق وتحديد مدى ممانعة كل جزء فيها لعملية السير والتعبير عن ذلك في صورة رقمية ،وبعد ذلك تبدأ عملية التعامل مع تلك الشبكة عن طريق مجموعة من الأوامر والتي تعرف بالأوامر المكانية (Spatial Commands)، وهى التي تقوم بحساب المسارات المطلوبة وتقوم بإظهارها للمستخدم بشكل مفهوم، مما يسهل عملية التخطيط والإنجاز لأي مشروع فيما يتعلق بإنشاء الطرق وتحديثها واختيار المسار الأفضل لها وذلك من خلال معرفة ممانعة الشبكة أولا ثم تحليلها.

**تعريف ممانعة الشبكة (Impedance) :**

عند التعامل مع أي شبكة ولتكن شبكة الطرق لأي منطقة يلاحظ أن كل طريق له مقاومة سير خاصة به، وهو ما يعرف بالممانعة (Impedance) وهى عبارة عن محصلة لمجموعة من الخواص التي تميز هذا الطريق مثل عرض الطريق ( الاتساع )، وكثافة المرور المتوقعة فيه، و توقيت المرور وما إذا كان هناك وقت الذروة في هذا الطريق أم لا، وتوزيع إشارات المرور فيه، و السرعة القصوى المسموحة فيه، وهل هو طريق رئيسي أم فرعي، وهل هو مخصص للمركبات العادية أو الشاحنات وغيرها من الأمور التنظيمية المهمة لإنشاء أي طريق، ويقوم محلل النظم بإعطاء وزن لكل من العوامل السابقة بناء على البيانات والإحصائيات التي تم جمعها للطريق ثم يقوم بتجميع هذه الأوزان لحساب الممانعة النهائية للطريق وهو ما يستخدمه نظام المعلومات الجغرافي في حساباته المختلفة لتحليل الشبكة.

و من أمثلة التطبيقات التي تستخدم في تحليل الشبكات ما يلى:

**1- إيجاد أفضل مسار لإنشاء الطريق:**

من أهم المشكلات التي يقوم نظام تحليل الشبكات بدراستها وتقديم حلول لها هو عملية إيجاد أفضل مسار يصل بين نقطتين أو أكثر ، وهذا المسار هو الذى يحقق أقل قيمة ممانعة وتكلفة، بحيث يقوم بتجميع ممانعات الأجزاء المكونة له من الشبكة والتي تم ذكر أمثلة لها سابقا، وبالتالي يمكن من خلال نظم المعلومات الجغرافية تحديد أفضل

مواصفات طريق وبناء عليها يتم اختيار أفضل مسار من بين عدة مسارات مقترحة وبتكلفة أقل.

**2- التخصيص (Allocation):**

يقصد به تقسيم شبكة الطرق الى أجزاء يتبع كل جزء منها نقطة محددة ويسمى هذا الجزء دائرة خدمة لهذه النقطة، ويتم تطبيق ذلك من خلال عمليات الاستفسار التي توفرها نظم المعلومات الجغرافية، فمثلاً عند تحديد دوائر خدمات المستشفيات أو المراكز الصحية في منطقة معينة يقوم نظام المعلومات الجغرافي بالاستفسار من المبرمج (أو مستخدم نظم المعلومات) عن المعيار الذى سيبنى عليه التقسيم فيحدد له المستخدم طول الشارع كمعيار للحساب، ثم يقوم بالاستفسار عن أقصى مسافة يستطيع أي شخص أن يسيرها حتى يتم اعتبار منزله داخل دائرة خدمة المركز الصحي أو مستشفى محدد فيقوم المستخدم بإعطائه المسافة، عندئذ يقوم نظام المعلومات الجغرافي باعتبار طول الشارع هو مقدار ممانعة الشارع للسير خلاله ويقوم بتجميع أطوال الشوارع بدءً من المستشفى وحتى الطول الذى حدده المستخدم ثم يقوم بإظهار النتيجة النهائية على خريطة المنطقة وبالتالي يتم تحديد منطقة خدمة كل مستشفى ومركز صحي ومنها يتم تحديد المناطق المحرومة من الخدمات الصحية، مما يسهل عملية اتخاذ قرار لبناء مستشفى أو مركز صحي جديد أو تغيير أماكن بعض المراكز الصحية لضمان عدالة توزيع الخدمة.

**3- التتبع (Tracking):**

من الأمور المهمة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند إنشاء شبكة طرق في منطقة ما هو معرفة أجزاء الشبكة المتصلة ببعضها عند نقطة محددة، فمثلاً يمكن تحديد المناطق التي ستتأثر عند حدوث كسر في إحدى مواسير المياه عند نقطة معينة، أو عند حدوث عطل في أحد محولات الكهرباء أو يمكن معرفة حجم المياه المتجمعة من روافد أحد الأنهار عند نقطة معينة أو معرفة أكثر الأماكن التي ستتأثر بتجمع مياه الأمطار، إن معرفة مثل هذه الأمور والتخطيط لها يساهم في التقليل من أزمات المرور باختيار مسارات بديله للمركبات في حال وقوع طارئ ما في شبكة الطرق.

**4- استنتاج شكل سطح الأرض :**

تقدم نظم المعلومات الجغرافية تصورا دقيقاً لشكل سطح الأرض الذي سيتم العمل علية ويتم ذلك عن طريق إدخال الخرائط الكنتورية للمنطقة المطلوب إنشاء الطريق عليها، وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية فيمكن من خلاله استنتاج كميات الحفر والردم في المنطقة أو تحديد اتجاهات الميول لأي منطقة، مما يساهم في تسهيل عمل الفرق الميدانية أثناء إنشاء الطرق.

**2.2 الدراسات السابقة**

قام الباحثان جانكوسكي وريتشارد (Jankowski and Richard,1994) بإجراء دراسة بعنوان "دمج التحليلات الملائمة لمجموعة العوامل للتقييم ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية في دعم القرار المكاني لاختيار أفضل مسار".

استخدم الباحثان نظم المعلومات الجغرافية في التغلب على المشاكل التي تواجه المصممين لاختيار افضل مسار وترجمة العوامل الفيزيائية المحددة بشكل رقمي مناسب لتحليله ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وإجراء التحليلات الرقمية المناسبة لمنهج الدراسة للحصول على الارض الملائمة ،أو اختيار مدى ملائمة الارض القائم على نظم المعلومات الجغرافية وتقييم مجموعة العوامل المحددة في نظام دعم القرار المكاني لاختيار أفضل مسار، وعرض مثال على تطبيق نظام لدراسة اختيار أفضل مسار لخط إمدادات نقل للمياه .وتوصل إلى أن تقنية نظم المعلومات أداة يمكن الاعتماد عليها في عملية صنع القرار لاختيار أفضل مسار لطريق.

قام صادق وزملاءه (Sadek, and other, 1999 ) بإجراء دراسة بعنوان "استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقدير أفضل مسار لطريق بناء على المحددات والعوامل في بيروت".

قام الباحثون باختيار أفضل المسارات المقترحة لطريق سريع بطول 12 كم جنوب مدينه بيروت، عن طريق ربط الطبوغرافية في المنطقة الحضرية والمميزات البيئية لضوابط التصميم الهندسي ومراجعة الصور الجوية والجيولوجية وخرائط التربة، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية كمنصة يتضمن المعطيات الرئيسية اللازمة لتقييم أفضل

الاحتمالات للطريق وذلك بإجراء قاعدة بيانات جغرافية تكون الأداة المساعدة على اتخاذ القرارات بناء على العوامل، حيث قاموا باستخدام برنامج ARCGIS لإتمام دراستهم.

قام الباحثان فيرما و دنغرا (Verma and Dhingra ,2005) بإجراء دراسة بعنوان "اختيار المسار الأمثل لسكة حديدية وتعريفه ضمن الإطار المتكامل عن طريق نظم المعلومات الجغرافية".

تم في هذا البحث دراسة اختيار أفضل مسار لسكة حديدية تخدم التطور الحضري وتزايد الإقبال على شبكة النقل في مدينة مومباي في الهند لتطوير النقل العام فيها، واشتملت الدراسة على مرحلتين :

الأولى: دراسة وسائل النقل والوضع الحالي لها في المدينة وتنبؤ الإقبال على النقل العام في المستقبل.

الثانية: دراسة أفضل مسار لسكة حديدية لنقل الركاب في مدينة مومباي باستخدام خوارزميات حسابية داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

قام داني وفاهاب ( Dane, and Vahap 2006) بإعداد دراسة بعنوان " دراسة لاختيار أفضل مسار للقطار الخفيف في مدينة أزمير في تركيا" حيث قام الباحثان بدراسة أفضل مسار للقطار الخفيف لمنطقة أزمير في تركيا بشكل يخدم المصلحة العامة والحاجة للنقل والمواصلات المتزايدة، واستكمالاً للمراحل الستة من مشروع النقل بالسكك الحديدية في مدينة أزمير .

وقد قاما باستخدام مجموعة من العوامل والمحددات البيئية والحضرية والطبوغرافية كعوامل أساسية وقد تم استخدام خارطة التربة والخارطة الجيولوجية واستخدامات الأراضي وخرائط النقل والصور الجوية لتحسين النموذج ، وقام بتقسيم هذه العوامـــــل إلى عوامل اقتصادية وعوامل بيئية و عوامل اجتماعية وتم دمج هذه العوامل داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برمجية ARCGIS للحصول على خارطة المسار.

قام الباحث عماد (Emad, 2005) بإجراء دراسة بعنوان "استخدام بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاختيار أفضل مسار لطريق"، حيث قام الباحث بتمثيل العوامل البيئية والاقتصادية والسياسية ومناطق التجمعات السكانية والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية ضمن منطقة الدراسة على شكل طبقات ضمن بيئة نظم المعلومات

الجغرافية ووضع نموذج لدراسة هذه المتغيرات باستخدام التحليلات المكانية وتحليل المعلومات الوصفية المرتبطة بكل طبقة لإيجاد أفضل مسار مقترح لطريق واستخدام هذا النموذج في إجراء المقارنات والمفاضلة بين المسارات المقترحة بناء على الآثار السلبية المترتبة على كل اقتراح من النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية وأقل ميل، ودراسة المقاطع الطولية للمسار لتحديد أقل كمية حفر وردم ،وقد قام الباحث باختبار النموذج عن طريق اختيار أفضل طريق بين نابلس وجنين في الشمال من الضفة الغربية، وإيجاد ثلاث مسارات مقترحة والمفاضلة بينها، وقد توصل الباحث إلى أن لنظم المعلومات الجغرافية قدرة عالية في تحديد افضل مسار مقترح ضمن الشروط والمواصفات.

قام الباحثان نمر واسماعيل (Namir and Asmael, 2013) بإجراء دراسة عنوانها "اختيار الطريق الأمثل بمساعدة نظم المعلومات الجغرافية القائم على نهج تعدد المعايير" حيث قام الباحثان بدراسة أربع بدائل لطريق داخل مدينة بغداد للربط بين الكاظمية و الكريعات عن طريق التقييم متعدد المعايير ونظام دعم القرار المكاني(SDSS) ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برمجية ( Arc GIS 9.2)، حيث طور نموذجا لاختيار المسار الأمثل والأنسب باستخدام خرائط استعمالات الأراضي وخرائط النقل والصور الجوية والتوزيعات السكانية، وقد قسم العوامل الرئيسية الى عوامل اقتصادية وعوامل اجتماعية وعوامل هندسية وخصائص التربة.

وقد استخرج الباحث ملف الارتفاعات الرقمية من برنامج (Global Mapper) لإنتاج الخارطة الطبوغرافية، وقد توصل الى أن تقنية نظم المعلومات الجغرافية المستندة على مجموعة من المحددات والعوامل أداة فاعلة في اختيار أفضل مسار للطريق، إضافة الى توفير المال والجهد.

قام الباحث رضا(reda, 2009) بدراسة عنوانها "استخدام بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاختيار المكان الأنسب للحصاد المائي في حوض الحماد الاردني":

استخدم الباحث تقنية جمع الأوزان (WLC)، وتقنية الحساب المنطقي (Boolean)، ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية لإيجاد أفضل مكان تجميع مياه الأمطار في منطقة الدراسة.

حيث تم دراسة الهطول المطري والخارطة الطبوغرافية والبعد عن الأودية والخارطة الجيولوجية والبعد عن المناطق الحضرية والبعد عن الطرق على شكل طبقات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام تقنية جمع الأوزان الخطية (WLC)، ودراسة البعد عن الحدود الدولية والبعد عن الابار الجوفية والتصدعات الصخرية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام تقنية (Boolean) .

وقد توصل الباحث إلى خارطة نهائية مقسمة إلى أربع تصنيفات، مناطق غير مسموح بها، ومناطق غير ملاءمة ومناطق ملائمة، ومناطق ملائمة جدا للحصاد المائي.

قام الباحث رضا(reda, 2009) بدراسة عنوانها "استخدام نظام المعلومات الجغرافي وبرنامج غوغل إرث (Google earth) في تحديد مناطق تغذية المياه الجوفية في حوض الأزرق" حيث قام الباحث بدراسة منطقة حوض الأزرق بهدف تحديد المواقع المثلى لتغذية المياه الجوفية في منطقة واحة الأزرق في الأردن، من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية حيث استندت على مجموعة معايير منها الانحدار وكثافة شبكة الصرف الصحي والبنى التحتية، واستخدمت تقنية الحساب المنطقي (Boolean) لتحليل البيانات المكانية الشبكية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

وقد قام باختيار خمسة وثلاثين موقعاً داخل منطقة الدراسة، وقد توصل إلى أن 3.55% من منطقة الدراسة مناطق تغذي المياه الجوفية، ما يعادل 1659.5 هكتار.

## الفصل الثالث

## المنهجية والتصميم

اعتمدت الدراسة المنهجية التحليلية للوصول إلى النتائج عن طريق عرض مجموعة المعلومات الأولية التي تضمنتها الدراسة على شكل رقمي ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وجمع ودمج مجموعات البيانات المكانية التي تمثل العوامل على شكل طبقات والبيانات والمعلومات الوصفية على شكل جداول داخل نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، الذي سيتم استخدامه في هذه الدراسة كأداة لمساعدة التخطيط الفعال عن طريق تأكيد عملية صنع القرار لتحليل وعرض المعايير المحددة لتقدير القيمة المبدئية، وإجراء مجموعة من التحليلات المكانية داخل نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برمجية ( Arc GIS10.2) للحصول على الخارطة المبدئية لمسار القطار الخفيف وأفضل الاحتمالات المقترحة.

### 1.3 البيانات والمعلومات التي احتاجتها الدراسة :

#### 1. المعلومات الثانوية:

أ. خارطة الطرق: تم الحصول على خارطة رقمية من نوع خطي( Vector) من أمانة عمان تبين شبكة الطرق للمدينة على شكل مضلعات(polygon) وتحتوي على المعلومات الوصفية التفصيلية الكاملة لكل شارع حيث احتوت عرض الشارع وطولة والاسم باللغة العربية والاسم باللغة الإنجليزية إضافة إلى مساحة الشارع التنظيمية داخل المخطط التنظيمي للأراضي.

ويبين الشكل(9) جزء من قاعدة البيانات المخزنة في طبقة الطرق التي تم إعدادها في أمانة عمان الكبرى.

Table





amman road

| FID | Shape * | OBJECTID | STREET_ID | STRE | STREE | ST | STREET_NAM | STREET_N_1 | DESCRIPTIO | NAMING_DEP | STREET_N_2 | SHAPE_AREA | SHAPE_LEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1235 | Polygon | 13139 | 302316 | 26 | 0 | 3 | القنيطرة | Al_Qneitrah | | القنيطره | القنيطرة | 7314.721666 | 683.606594 |
| 1569 | Polygon | 16219 | 304630 | 26 | 294 | 3 | زياد حمزة الصمادي | Ziyad Hamzah As_Smady | شهيد | زياد حمزة الصمادي"شهيد | زياد حمزة الصمادي | 22450.183329 | 1766.652932 |
| 1623 | Polygon | 16075 | 200760 | 26 | 2358 | 2 | الشريف فواز ال مهنا | Ash_Shareef Fawwaz Aal Muhanna | | الشريف فواز ال مهنا | الشريف فواز ال مهنا | 67939.706096 | 5638.904482 |
| 1723 | Polygon | 17304 | 304950 | 26 | 597 | 3 | عامر بن سنان | Amer Bin Sinan | صحابي | عامر بن سنان"صحابي | عامر بن سنان | 15034.993437 | 1284.711244 |
| 2061 | Polygon | 20553 | 304337 | 26 | 338 | 3 | الخيالة | Al_Khayyalah | | الخيالة | الخيالة | 4078.127228 | 738.197507 |
| 2152 | Polygon | 21204 | 200312 | 26 | 698 | 2 | ام برده | Um Burdah | صحابية | ام برده"صحابية | ام برده | 18008.470581 | 1500.522296 |
| 2320 | Polygon | 23274 | 306005 | 26 | 70 | 3 | طارق العواوده | Tareq Al_Awawdeh | شهيد الانتفاضة | طارق العواوده"شهيد الانتفا | طارق العواوده | 2863.397894 | 491.516608 |
| 2562 | Polygon | 25260 | 200485 | 26 | 822 | 2 | الشيخ عيسى بن سلمان آل خليف | Ash_Sheikh Eesa Bin Salman Aal Khaleefah | | الشيخ عيسى بن سلمان آل خليف | الشيخ عيسى بن سلمان آل خليف | 22043.953254 | 1967.333309 |
| 2973 | Polygon | 29637 | 0 | 26 | 98 | 3 | غير مسمى | | | غير مسمى | غير مسمى | 2936.890723 | 376.964701 |
| 3249 | Polygon | 32154 | 200434 | 26 | 1058 | 2 | شفيق ارشيدات | Shafeeq Rsheidat | | شفيق ارشيدات | شفيق ارشيدات | 28291.952532 | 2335.065068 |
| 3940 | Polygon | 39609 | 200525 | 26 | 2789 | 2 | ابو طالب | Abu Talib | | أبو طالب | ابو طالب | 124308.140578 | 9909.623577 |
| 3976 | Polygon | 39875 | 307549 | 26 | 539 | 3 | ابو حذيفة الثقفي | Abu Hutheifah Ath_Thaqafy | صحابي | أبو حذيفة الثقفي "صحابي | ابو حذيفة الثقفي | 14654.624559 | 1262.057155 |
| 5037 | Polygon | 50827 | 200835 | 26 | 1088 | 2 | عمر بلال | Umar Bilal | شهيد | عمر بلال"شهيد | عمر بلال | 28507.766936 | 2346.611072 |
| 5039 | Polygon | 50567 | 0 | 26 | 0 | 3 | غير مسمى | | | غير مسمى | غير مسمى | 20915.065941 | 2245.794586 |
| 5047 | Polygon | 50446 | 306929 | 26 | 649 | 3 | راتب ابو الراغب | Rateb Abu Ar_Ragheb | | راتب ابو الراغب | راتب ابو الراغب | 15646.753639 | 1406.4068 |
| 929 | Polygon | 986 | 0 | 28 | 0 | 3 | | | | | | 1231.899981 | 210.96763 |
| 1152 | Polygon | 11668 | 200156 | 28 | 195 | 2 | العبور | Al_Ubour | | العبور | العبور | 3733.339977 | 362.789309 |
| 2620 | Polygon | 26435 | 0 | 28 | 0 | 3 | غير مسمى | | | غير مسمى | غير مسمى | 1656.752212 | 285.758888 |
| 4102 | Polygon | 40910 | 0 | 28 | 0 | 0 | | | | | | 187.726867 | 159.523847 |
| 4574 | Polygon | 44791 | 200776 | 28 | 2057 | 2 | خليل الساكت | Khaleel As_Saket | | خليل الساكت | خليل الساكت | 59232.900823 | 4262.144008 |
| 5348 | Polygon | 53477 | 100038 | 28 | 2334 | 1 | هارون الرشيد | Haroun Ar_Rasheed | | هارون الرشيد | هارون الرشيد | 62451.293791 | 5103.65104 |
| 353 | Polygon | 315 | 300038 | 30 | 599 | 3 | اربد | Irbed | | اربد | اربد | 18963.422807 | 1379.661627 |
| 362 | Polygon | 324 | 300042 | 30 | 0 | 3 | ناعور | Nau'our | | ناعور | ناعور | 5348.863432 | 757.795896 |
| 418 | Polygon | 422 | 300062 | 30 | 181 | 3 | ام جوزة | Um Jouzah | | أم جوزة | ام جوزة | 2992.626503 | 437.499114 |
| 441 | Polygon | 396 | 0 | 30 | 0 | 0 | | | | | | 268.303981 | 161.104478 |
| 905 | Polygon | 962 | 200658 | 30 | 2087 | 2 | الامويين | Al_Umawiyyeen | | الامويين | الامويين | 72297.516447 | 5002.179957 |
| 937 | Polygon | 891 | 300148 | 30 | 90 | 3 | محمد القضاة | Muhammad Al_Qudhah | شهيد | " محمد القضاة"شهيد | محمد القضاة | 2509.572721 | 333.861001 |
| 1000 | Polygon | 1028 | 306984 | 30 | 170 | 3 | ام قصير | Um Qseir | | أم قصير | ام قصير | 3137.840141 | 468.388359 |

الشكل( 9 )

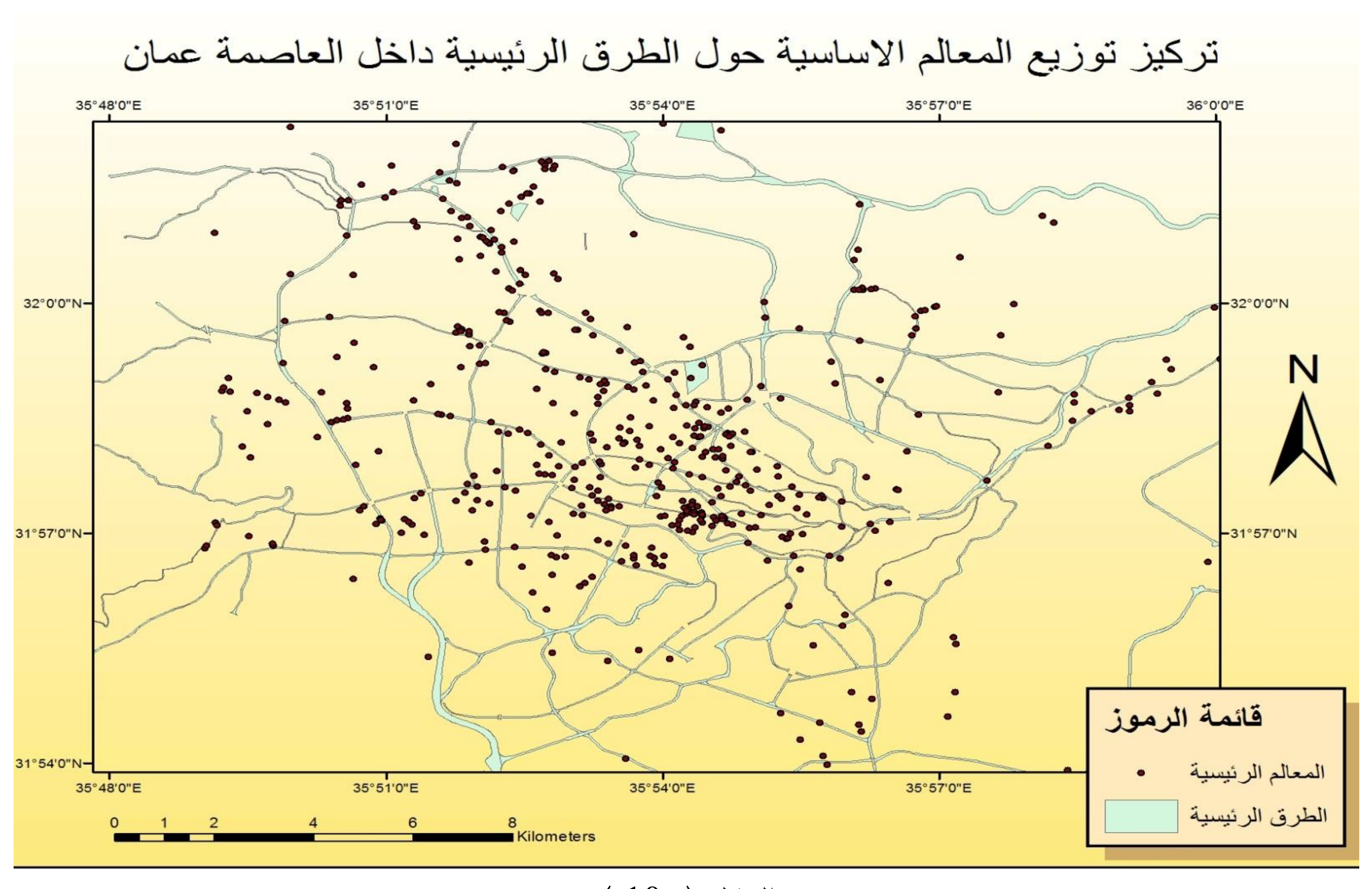
جزء من قاعدة البيانات الوصفية لشبكة الطرق لمدينة العاصمة

ب.خارطة المعالم الأساسية: المعالم الأساسية التي تعتبر مولدات الحركة المرورية داخل المدينة وسبب تنقل المواطنين، حيث تم الحصول على خارطة من نوع خطي (vector) من أمانة عمان تبين توزيع المعالم الأساسية والحساسة داخل المدينة على شكل خارطة نقطية (points) تبين الوزارات والمولات، والجامعات، والمدارس والمستشفيات والسفارات، والدوائر الحكومية، وكليات المجتمع، والفنادق، والبنوك، والمناطق السياحية.

ويبين الشكل(10) توزيع المعالم الأساسية وتركيزها في مركز مدينة عمان حول الطرق الرئيسية، كما يبين الشكل(11) توزيع المعالم الرئيسية بناءً على تصنيفاتها.

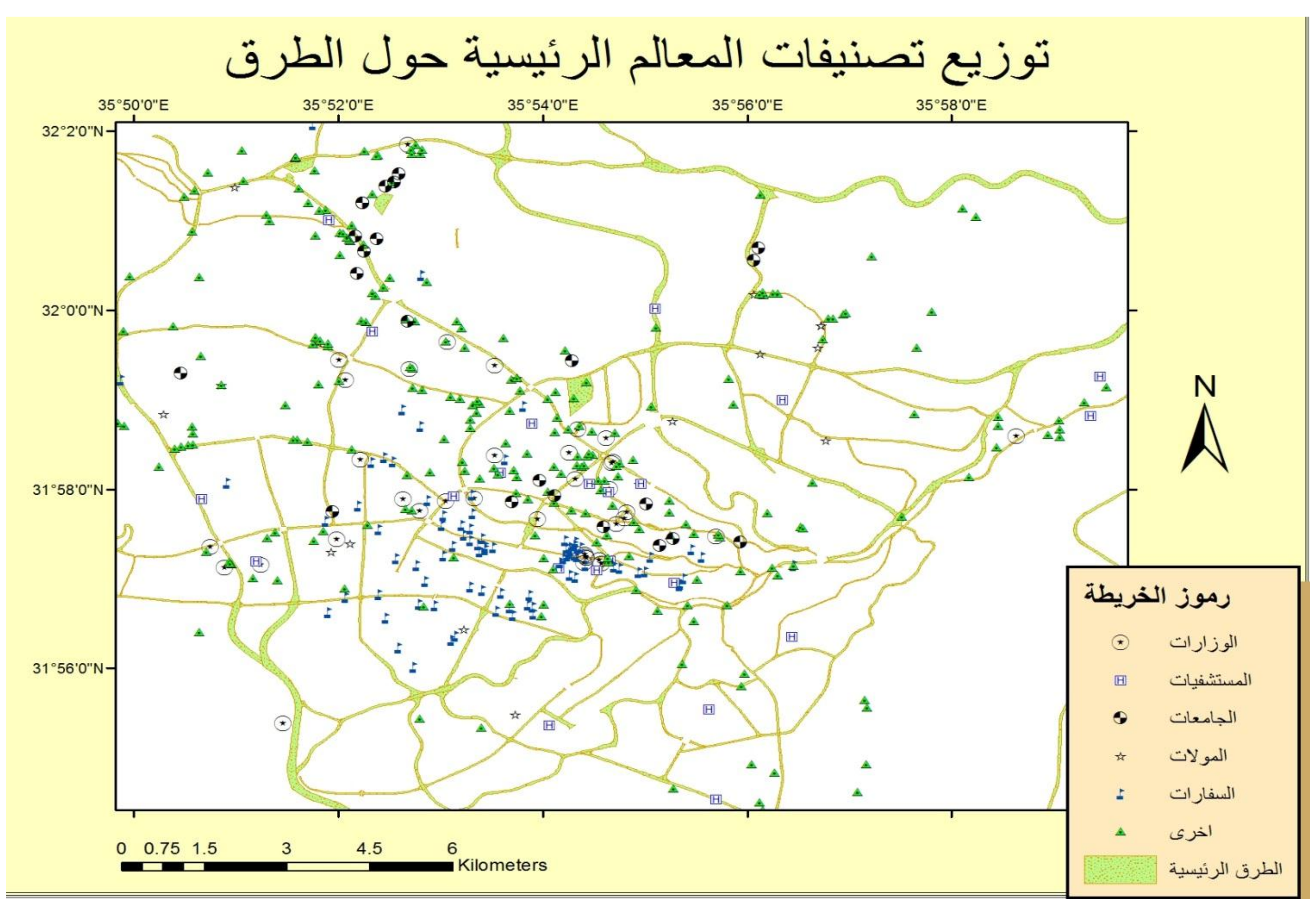
ج. الخارطة الكنتورية: تم الحصول على خارطة كنتورية بفاصل كنتوري 10م من أمانة عمان .

ومن خلال الخارطة الكنتورية سيتم إنشاء نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) ضمن برنامج ( ARC GIS 10.2 ) من أجل دراسة الميول واتجاهاتها ضمن منطقة الدراسة ويبين الشكل(12) الخارطة الكنتورية لمنطقة الدراسة.



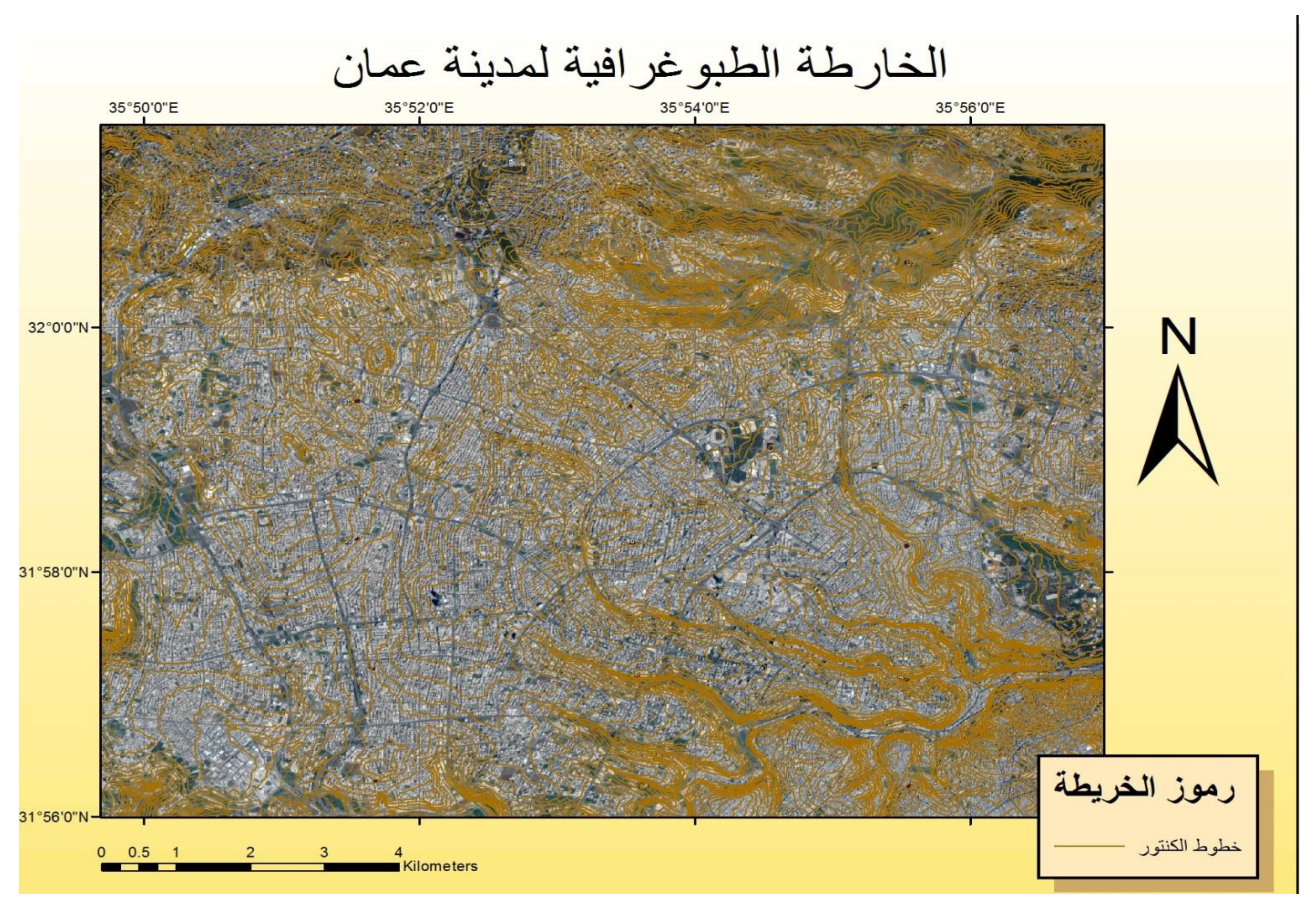

الشكل ( 10 )

توزيع المعالم الأساسية وتركيزها في مركز المدينة وحول الطرق الرئيسية .




الشكل( 11 )

توزيع المعالم الرئيسية وتصنيفاتها .




الشكل( 12 )

يبين الخارطة الطبوغرافية (الكنتورية) لمدينة عمان

د. خارطة استعمالات الأراضي (Land use) : تم الحصول على خارطة تبين استعمالات الأراضي ضمن منطقة الدراسة من نوع خطي(vector) على شكل مضلعات(polygons) من أمانة عمان الكبرى.

وقد تم تقسيم استعمالات الأراضي في المنطقة إلى عدة تصنيفات بناء على طبقة البيانات التي تم التزود بها من أمانة عمان :

أ. مناطق حرجية أو زراعية.

ب. حدائق.

ج. مواقف سيارات مكشوفة.

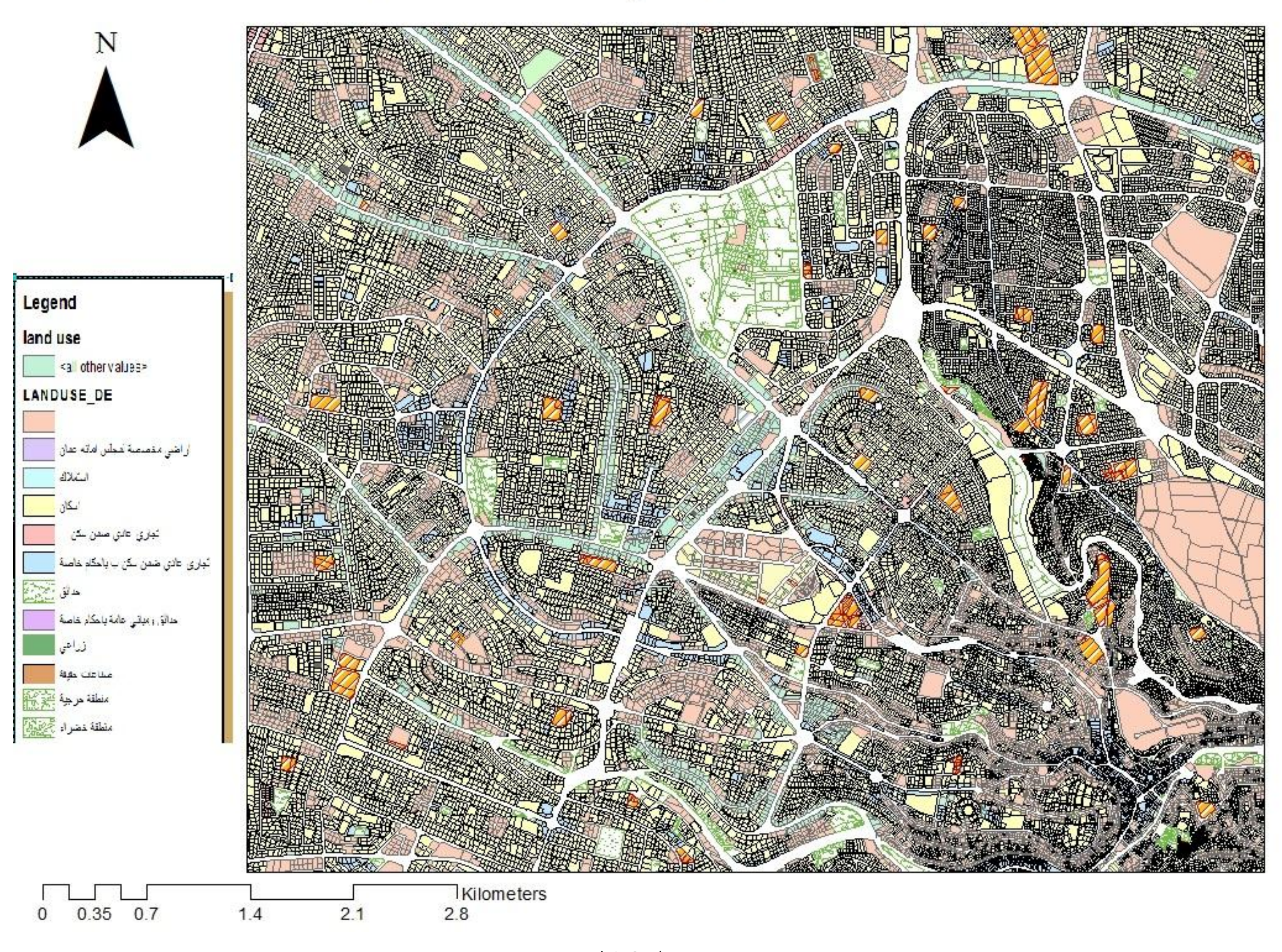
د. أرض جرداء.

هـ. إسكانات.

ز. مناطق تجارية.

ح. مناطق صناعية.

## استعمالات الاراضي للعاصمة عمان




الشكل( 13)

يبين خارطة استعمالات الأراضي لجزء من العاصمة عمان

هـ. صورة رقمية: تم استخدام برمجية غوغل إرث (Google Earth pro) لتحميل 80 صورة لمدينة عمان بدقة مكانية ( 1م ) ضمن النطاق المرئي (RGB) وتجميعها (Mosaic) ضمن برمجية قلوبل مابر (Global mapper).

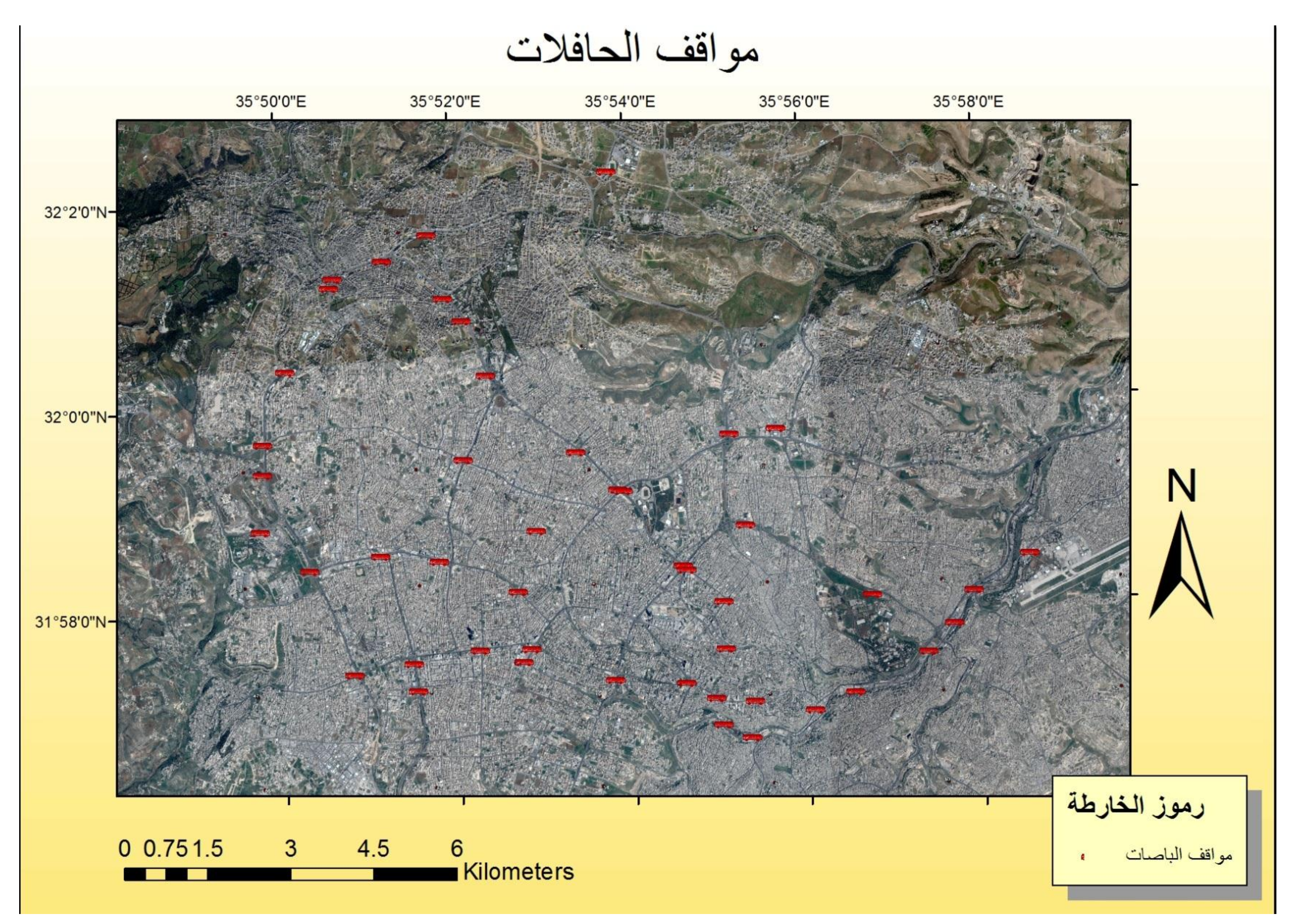


الشكل( 14)

صورة رقمية لمنطقة الدراسة

**2. البيانات الأولية:**

مواقف الباصات والسرفيس داخل المدينة: بالرغم من أن مواقف الباصات داخل مدينة العاصمة عمان تتسم بالعشوائية حيث لا يوجد مواقف إجبارية لتحميل وتنزيل الركاب أو حتى تنظيم لهذه العملية فإن هنالك مناطق تعارف عليها كمحطات رئيسية يتجمع فيها الركاب، وذلك لحساسيتها وقربها من الخدمات مثل، جسر صويلح ،وبوابة الجامعة الاردنية، ودوار الداخلية، ولا يوجد قاعدة بيانات تفصيلية تجمع بين هذه المواقف وبنفس الوقت تعد عامل مهم من أجل اختيار المحطات الرئيسية للقطار الخفيف لذلك تم إجراء عملية مسح ميداني داخل المدينة وبمساعدة مجموعة من سائقي الباصات والسرفيس وصناعة خارطة نقطية تبين هذه أبرز هذه المواقع .




الشكل ( 15)

يبين توزيع مواقف الباصات

يتم تجميع وتحليل البيانات والخرائط التي تمثل المعلومات الأولية والثانوية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام تقنية الحساب المنطقي وتقنية جمع الأوزان الخطية .

تقنية الحساب المنطقي (Boolean )، تعتمد على مبدأ ملائم أم غير ملائم بحيث يتم منح الرقم 1 للقيمة الملائمة والقيمة 0 للقيمة الغير ملائمة ومن ثم يتم إجراء عملية ضرب للخرائط التي تمثل العوامل وناتج عملية الضرب يعطي المناطق الملائمة التي تحمل الرقم 1 أي أنها ملائمة من قبل جميع الخرائط ومطبقة لجميع الشروط، أو مناطق تحمل الرقم 0 اي انها غير ملائمة من جميعا أو من أحد الخرائط.

تقنية جمع الأوزان الخطية (Weighted linear combination ) وهي تقنية تعتمد وضع وزن لكل خارطة مستخدمة في عملية صنع القرار بحيث تتناسب مع أهمية هذه الخارطة بالنسبة للمشروع المراد اختيار أنسب موقع له، ووضع تصنيفات ضمن الخارطة الواحدة بحيث يعطى كل صنف ضمن هذه الخارطة قيمة محددة تبين مدى ملائمته للمشروع المراد تحديد أنسب موقع له، ومن ثم يتم الجمع بين مختلف الخرائط للحصول على درجة الملائمة الشاملة لموقع المشروع وتوفر هذه التقنية اختيار افضل المواقع وذلك بسبب مرونتها العالية في اختيار المواقع.

وتم استخدام تقنية الحساب المنطقي لتحديد المناطق المسموحة لمحطات القطار ومن ثم تقنية جمع الاوزان الخطية لتحديد الاماكن المثلى لذلك.

وتم استخدام تقنية الحساب المنطقي لتحديد المناطق المسموحة لمرور مسار القطار ونظرية جمع الاوزان الخطية لبيان افضل المناطق الملائمة للمسار.

## 2.3 اختيار محطات القطار الخفيف:

تم بالبداية تحديد المناطق الملائمة لإنشاء محطات القطار الخفيف باستخدام تقنية الحساب المنطقي باستخدام :

أ. خارطة الطرق.

ب. المعالم الرئيسية.

ج. استعمالات الاراضي.

وسيتم تحديد مناطق الملائمة من عدمها كما في الجدول رقم ( 1 ):

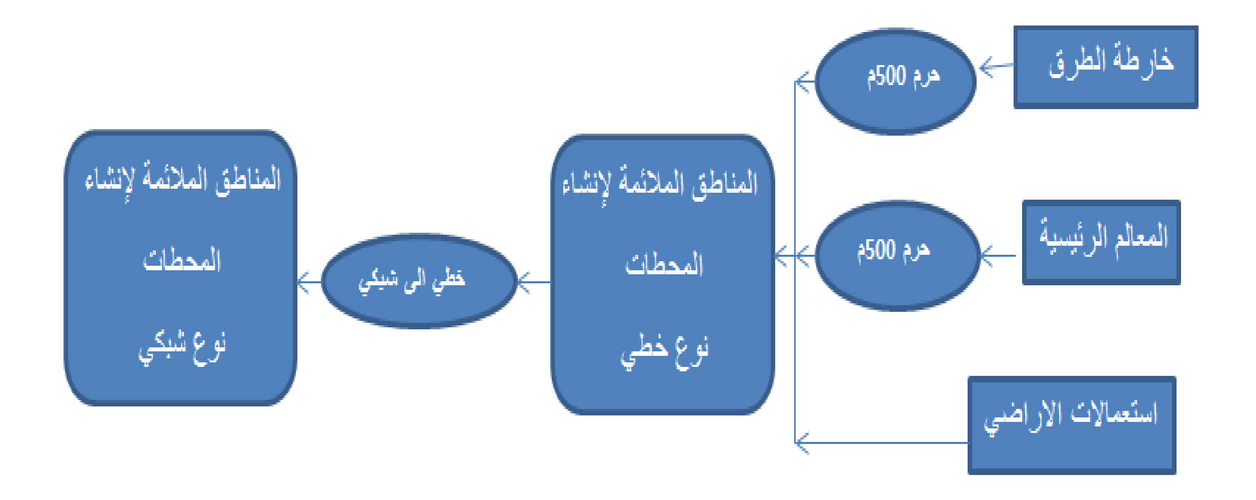
**الجدول رقم ( 1 )**

**معايير الملائمة وعدمها للمحطات عن طريق تقنية الحساب المنطقي**

**(Mota,D.and others,2014)**

| المعطيات | قيمة الملائمة ( 1 ) | قيمة عدم الملائمة ( 0 ) |
|---|---|---|
| 1. المسافة عن الطريق | 0 – 200 م | اكبر من 200م |
| 2. البعد عن المعالم الاساسية | 0 – 500 م | اكبر من 500 |
| 3. استعمالات الاراضي | الحدائق، المناطق الحرجية، المناطق الخضراء، المناطق خارج التنظيم، ارض جرداء | المناطق السكنية، المناطق الصناعية، المناطق التجارية |

ويبين الشكل ( 16) مخطط سير العمليات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج ARC GIS:




الشكل ( 16)

مخطط العمل 1

بعد ان تم تحديد المناطق المناسبة والملائمة لإنشاء محطات القطار الخفيف سيتم المفاضلة بين هذه الاماكن باستخدام تقنية جمع الاوزان الخطية حيث ستعتمد المعالم الارضية والبعد عن مواقف الباصات واستعمالات الاراضي وعرض الطريق كعوامل اساسية لهذه العملية كما في الجدول ( 2 )

وكانت مبررات اختيار العوامل الامور التالية :

1. كثافة الملامح الارضية: وهي تعتبر المولد الرئيسي لحركات النقل داخل المدينة والمشاة فكلما ازداد تركيزها في نقطه زادت الحاجة الى نقل اكثر وتم تصنيفها الى اربعة رتب بناء على توزيعها حول المنطقة المسموحة. وسيتم معرفة مدى الكثافة عن طريق اجراء تحليل مكاني من نوع حرم حول كل نقطة بمقدار 500م (Dane,G. 2006) ومن ثم اجراء تحليل مكاني من نوع تقاطع لتقاطع ناتج الحرم ومن ثم معرفة مقدار التقاطعات في كل منطقة.
2. البعد عن مواقف الباصات: بالرغم من العشوائية لمواقف الباصات الا انه هنالك مناطق متعارف عليها يتجمع فيها الركاب وتعارف عليها مواقف للباصات لأسباب عدة منها حساسية الموقع وامكانية وقوف الباصات فيها وهي من العوامل المهمة جدا حيث تعمل الباصات على نقل الركاب من الوجهة الى محطات القطار الخفيف لتكون احد المغذيات لمحطات القطار.
3. استعمالات الاراضي: تختلف ملائمة انشاء المحطات حسب طبيعة استخدام الارض في المنطقة حيث كانت استعمالات الاراضي من المحددات الاساسية لعملية الاختيار وذلك لطبيعة عمان المزدحمة بالأبنية والمتركزة داخل المدينة حيث كانت الشوارع افضل بيئة لإنشاء المحطات للقطار الخفيف خصوصا ان المحطات تكون معلقة فوق الشارع لا تؤثر على حركة المرور للسيارات والمشاة وتم اعطاء الارض الجرداء نفس رتبة الشارع لأنها الاكثر ملائمة. وقد تم اعطاء التصيف الثاني لمواقف السيارات المكشوفة لتعلوها المحطات والثالث للحدائق. وقد تم اعطاء المناطق الحرجية والزراعية اقل رتبه لمحاولة تجنب اضرار بيئية سلبيه للمشروع.

4. عرض الطريق: المقصود بعرض الطريق ليس التصميم او جسم الشارع نفسه بل عرض الشارع التنظيمي ( ملكية الشارع ) وكلما زاد عرض الطريق كانت ملائمته اكثر لإنشاء المحطات.(Ahmad and other. 2006)

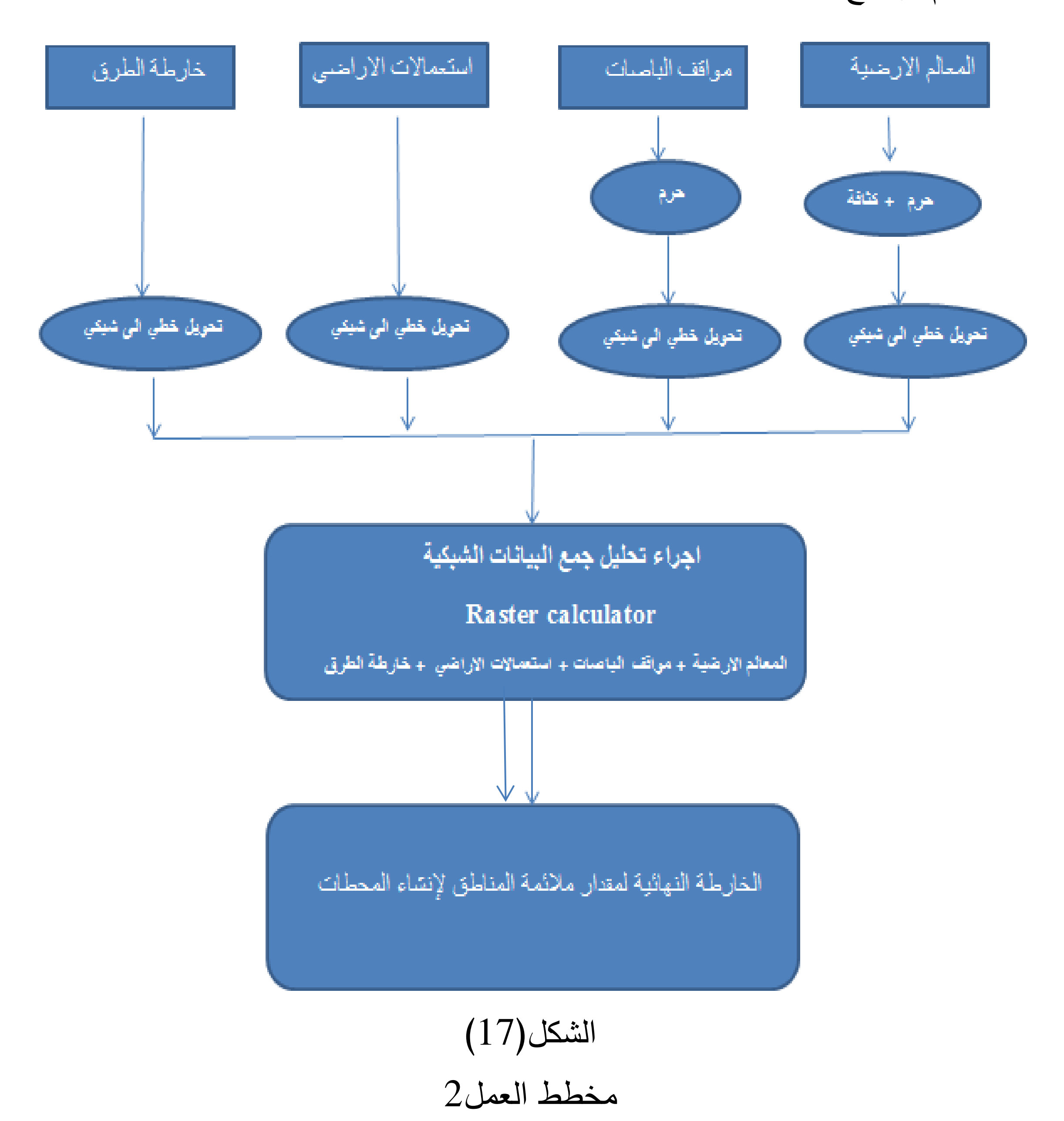
ويبين الجدول( 2 ) توزيع الاوزان على العوامل وتصنيفات كل وزن بشكل مفصل.

**الجدول( 2)**

**يبين اوزان وتصنيفات العوامل لتقنية WLC**

| المعطيات | الوزن | التصنيف | |
|---|---|---|---|
| 1. كثافة المعالم الأرضية | 4 | 5 – 1 | 1 |
| | | 10 – 6 | 2 |
| | | 15 – 11 | 3 |
| | | اكبر من 16 | 4 |
| 2. البعد عن مواقف الباصات | | اكبر من 151 | 1 |
| | 3 | 150 – 100 | 2 |
| | | 100 – 51 | 3 |
| | | 50 – 0 | 4 |
| 3. استعمالات الاراضي | 2 | مناطق حرجية او زراعية | 1 |
| | | حدائق | 2 |
| | | مواقف سيارات مكشوفة | 3 |
| | | ارض جرداء او شوارع | 4 |
| 4. عرض الطريق | 1 | 20 – 15 | 1 |
| | | 25 – 21 | 2 |
| | | 30 – 26 | 3 |
| | | اكبر من 31 | 4 |

ويبين الشكل ( 17 ) مخطط سير العمليات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج ARC GIS :




الشكل(17)

مخطط العمل2

### 3.3 تحديد مسار القطار الخفيف داخل مدينة العاصمة عمان:

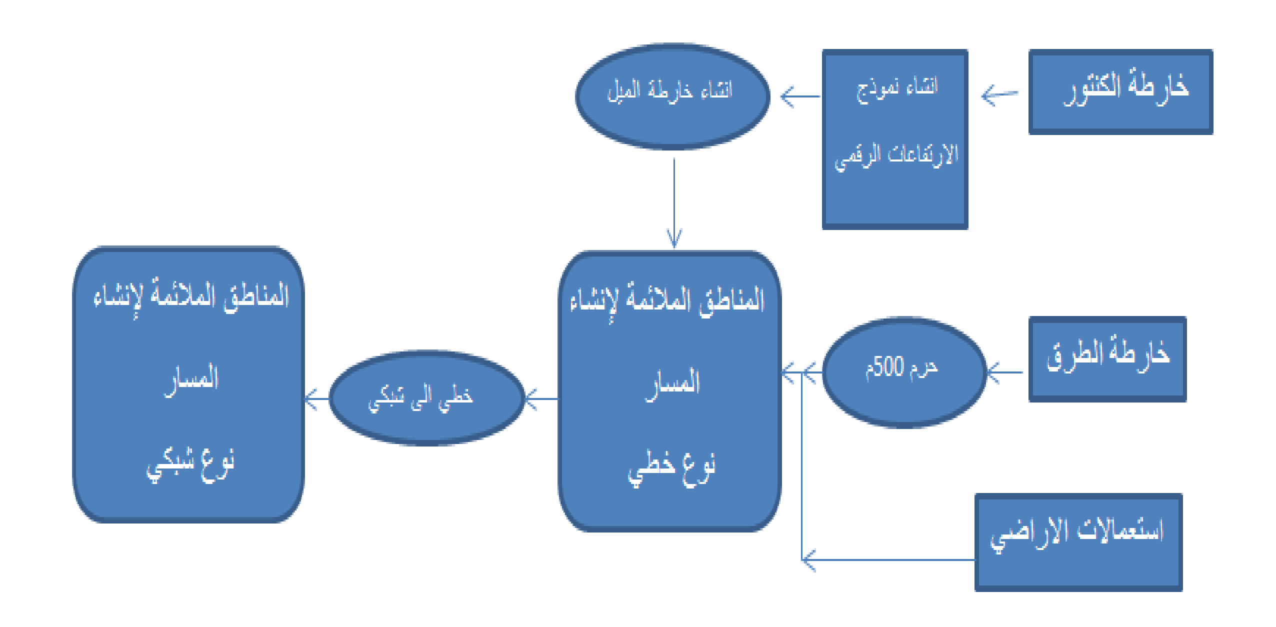
سيتم في البداية تحديد ملائمة المناطق وعدمها باستخدام تقنية الحساب المنطقي (Boolean)، حيث ستكون العوامل الاساسية هي خارطة الميل وخارطة الطرق واستعمالات الاراضي وسيتم تحليلها كما في الجدول رقم( 3 ).

## الجدول رقم ( 3)

## تحليل الحساب المنطقي لاختيار المسار(Dane,G. 2006)

| المعطيات | قيمة الملائمة ( 1 ) | قيمة عدم الملائمة ( 0 ) |
|---|---|---|
| 1. الميل | اقل من 12% | اكثر من 12% |
| 2. البعد عن الطرق الاساسية | اقل من 500م | اكثر من 500م |
| 3. استعمالات الاراضي | الحدائق، المناطق الحرجية، المناطق الخضراء، مواقف السيارات المكشوفة، الارض الجرداء والطرق | الاسكانات، المناطق التجارية، المناطق الصناعية |

ويبين الشكل ( 18 ) مخطط سير العمليات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج Arc GIS:




الشكل ( 18)

مخطط العمل 3

وبعد ان تم حساب المناطق الملائمة لإنشاء او اختيار المسار للقطار الخفيف سيتم انشاء مسار مقترح عن طريق تقنية جمع الاوزان الخطية حيث ستعتمد خارطة استعمالات الاراضي والطرق والميل كعوامل اساسية سيتم تحليلها كما في الجدول رقم ( 4 ).

**الجدول(4 )**

**يبين اوزان وتصنيفات العوامل لتقنية WLC لاختيار المسار**

| المعطيات | الوزن | التصنيف | |
|---|---|---|---|
| 1. استعمالات الاراضي | | مناطق حرجية او زراعية | 1 |
| | 3 | حدائق | 2 |
| | | مواقف سيارات مكشوفة | 3 |
| | | ارض جرداء او طرق | 4 |
| 2 . عرض الشارع ( متر ) | | 15 – 20 | 1 |
| | 2 | 21 – 25 | 2 |
| | | 26 – 30 | 3 |
| | | اكبر من 31 | 4 |
| 3 . الميل % | | اكبر من 9 | 1 |
| ( نسبة الانحدار ) | 1 | 6 – 8 | 2 |
| | | 3 – 5 | 3 |
| | | 0 – 2 | 4 |

المبررات :

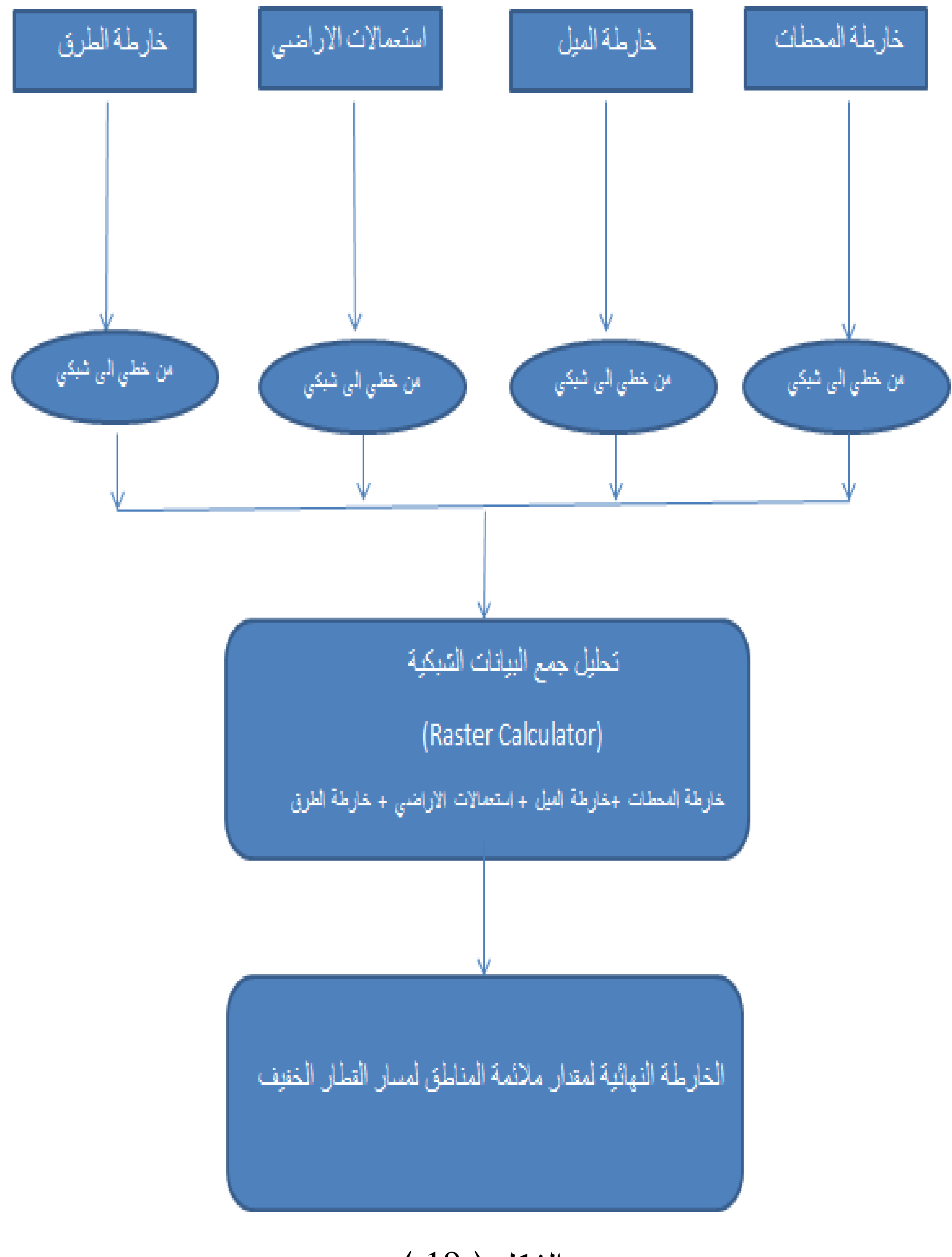
1. استعمالات الاراضي: تم اعطاء الطرق الرتبة الاعلى وذلك لأنها المكان الافضل لإنشاء المسار ومن ثم مواقف السيارات والحدائق والمناطق الحرجية

واخيرا تم اعطاء الاراضي الزراعية اقل رتبه وذلك من اجل عدم ترك آثار بيئية سلبية.

2. عرض الطريق: يجب ان يكون مناسبا حيث ان عرض سكة القطار الخفيف بمسربين لا تقل عن 6م وان يكون عرض الشارع على الاقل بقطار المسارين 10م وكلما زاد العرض التصميمي للشارع كانت الامكانية افضل لإنشاء القطار وذلك لإعطاء فرصه اكبر للتحكم بالمسار.(Mota,D. 2014)
3. الميل: الميل المسموح فيه للقطار الخفيف هو 12% وكلما زاد الميل احتاج لطاقة اكبر. (Mota,D. 2014)

ويبين الشكل ( 19) مخطط سير العمليات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج ARC GIS:

تم انشاء محطات القطار باستخدام المناطق التي حصلت على اعلى تصنيف وتحديدها بخارطة ومن ثم رسم المسار النهائي للقطار الخفيف ،عن طريق التوصيل بين هذه المحطات باستخدام المناطق الاكثر ملائمة التي نتحت من تحليل جمع الاوزان الخطية للمسار.




الشكل ( 19 )

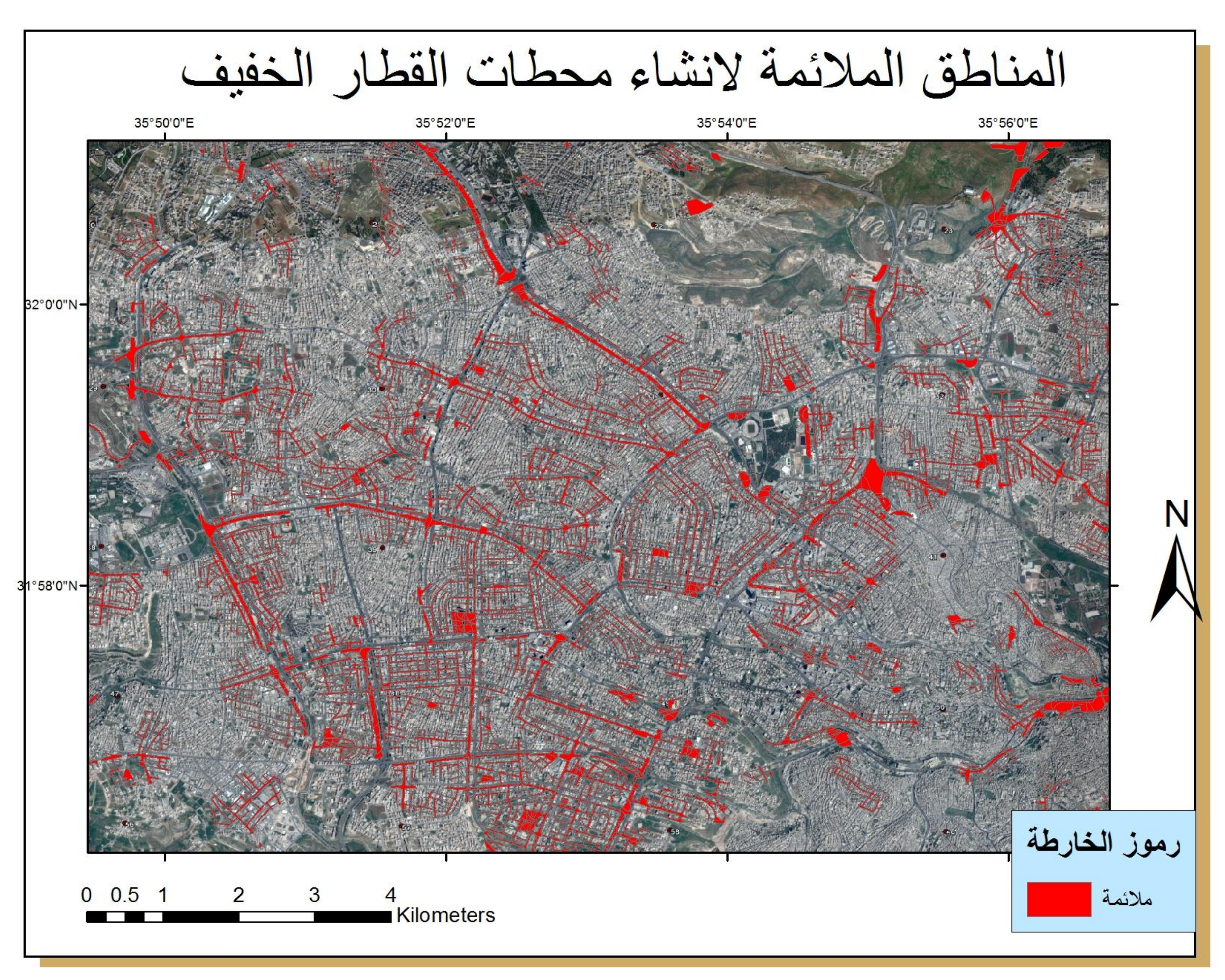
ويبين المخطط الشمولي لمراحل جمع وتحليل البيانات لتحديد المسار النهائي للمسار ومحطات تحميل وتنزيل الركاب.

# الفصل الرابع

# عرض النتائج ومناقشتها والتوصيات

## 1.4 المناطق الملائمة لمحطات القطار

بعد ان تم اجراء مجموعة التحليلات المكانية اللازمة وتطبيق نظرية التحليل المنطقي على مجموعة طبقات العوامل تبين ان المناطق التي من الممكن انشاء محطات للقطار الخفيف فيها بلغت 14.27% من اجمالي مساحة منطقة الدراسة.




شكل(20)

المناطق الملائمة لإنشاء محطات القطار

## 2.4 درجة الملائمة لإنشاء المحطات

بعد أن تم تطبيق نظرية جمع الأوزان الخطية على مجموعة العوامل وجد أن قيم الخارطة النهائية من نوع شبكي التي تحمل مجموع الأوزان مضروبة بالرتب النهائية تراوحت ما بين( 1 – 40 ) وتمثل هذه القيم مقدار ملائمة المناطق لإنشاء المحطات وتم توزيع هذه القيم على أربع فترات حسب الجدول رقم ( 5 ).

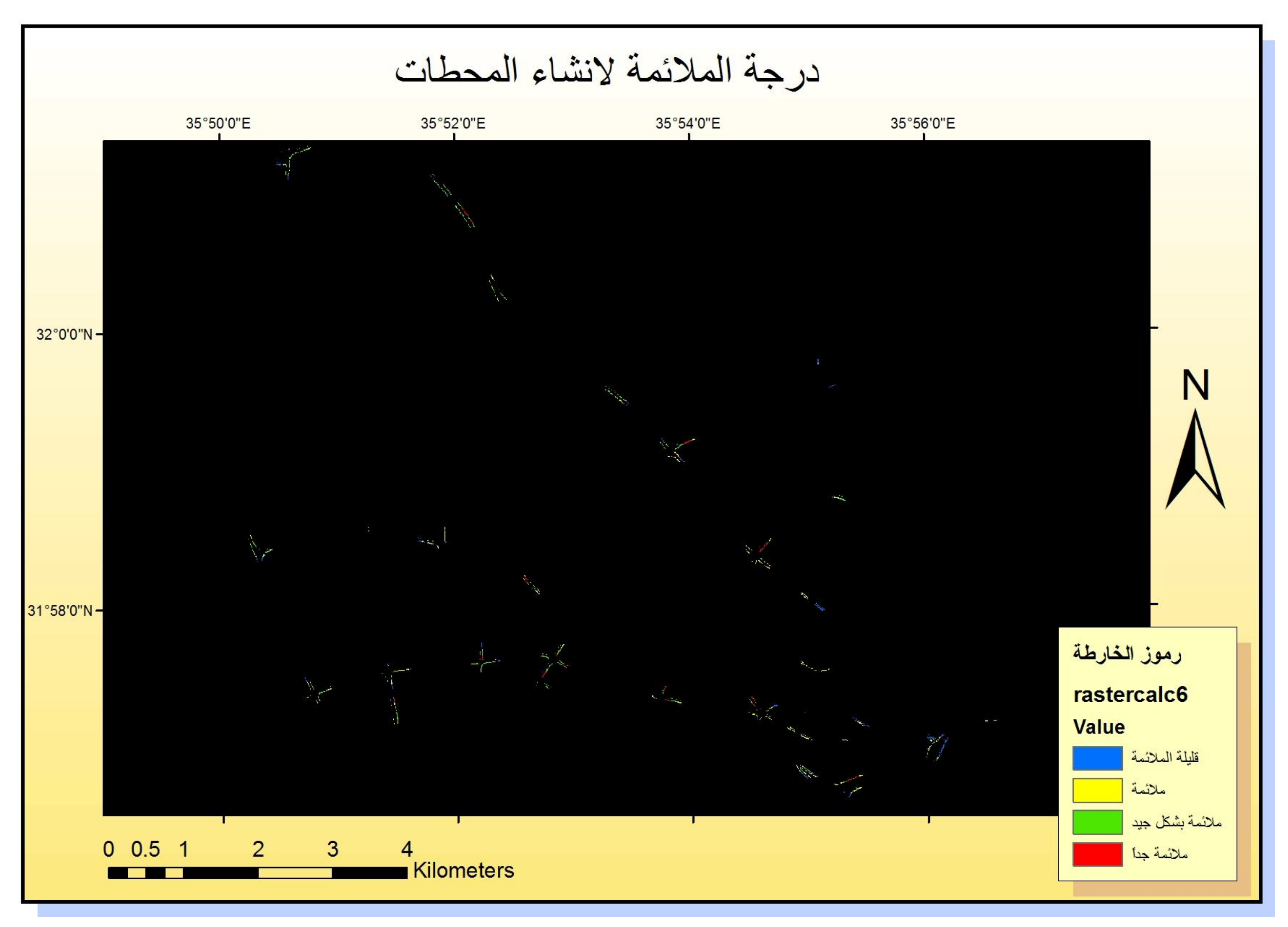
**الجدول رقم ( 5)**

**درجة الملائمة لإنشاء المحطات**

| الرقم | درجة الملائمة | الفترة |
|---|---|---|
| 1 | قليلة الملائمة | 1 – 9 |
| 2 | ملائمة | 10 – 19 |
| 3 | ملائمة بشكل جيد | 20 – 29 |
| 4 | ملائمة جداً | 30 – 40 |

ويبين الشكل ( 21 ) توزيع ملائمة المناطق لإنشاء محطات القطار الخفيف ضمن منطقة الدراسة.

وقد كانت النسبة المئوية لكل تصنيف من اجمالي المناطق المسموحة لإنشاء المحطات كما في الجدول ( 6 )




الشكل ( 21)

توزيع المناطق الملائمة لإنشاء المحطات

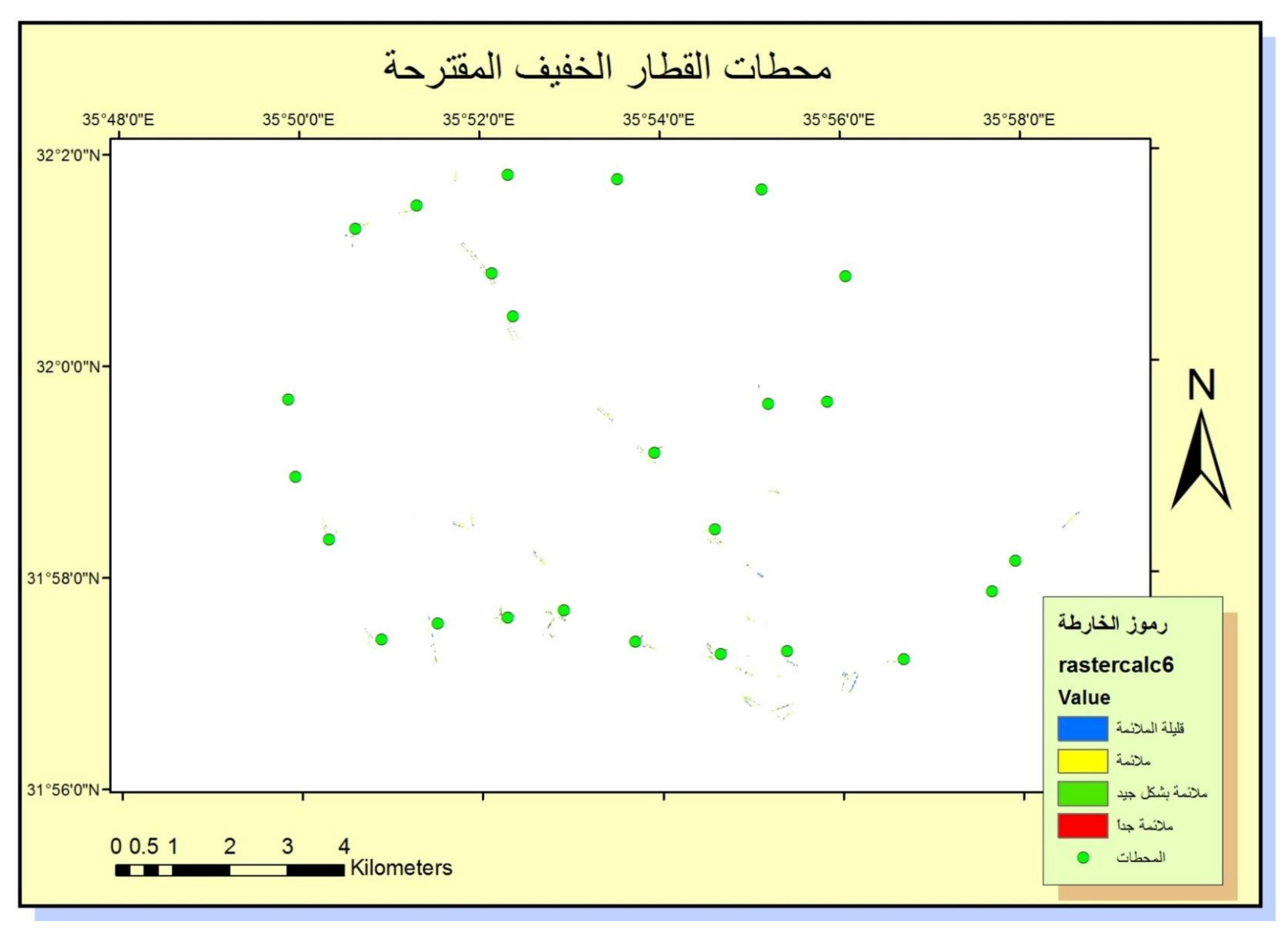
**الجدول رقم ( 6)**

**المناطق الملائمة لإنشاء المحطات بالنسبة المئوية**

| الرقم | الفترة | النسبة المئوية % |
|---|---|---|
| 1 | قليلة الملائمة | 47.3 |
| 2 | ملائمة | 33.2 |
| 3 | ملائمة بشكل جيد | 12.4 |
| 4 | ملائمة جداً | 8.1 |

ومن ثم تم اختيار المحطات في المناطق الملائمة جداً والملائمة بشكل جيد ويبين الشكل ( 22 ) مناطق المحطات.

ونتج لدينا خمس وعشرون محطة موزعة داخل مدينة عمان وتم اطلاق اسم على كل محطة اسم حسب المكان الذي وجدت فيه ويبين الجدول ( 7 ) الاسماء المقترحة للمحطات وابرز المعالم والمناطق التي تخدمها.




الشكل ( 22 )

مواقع محطات القطار الخفيف المقترح.

**الجدول (7)**

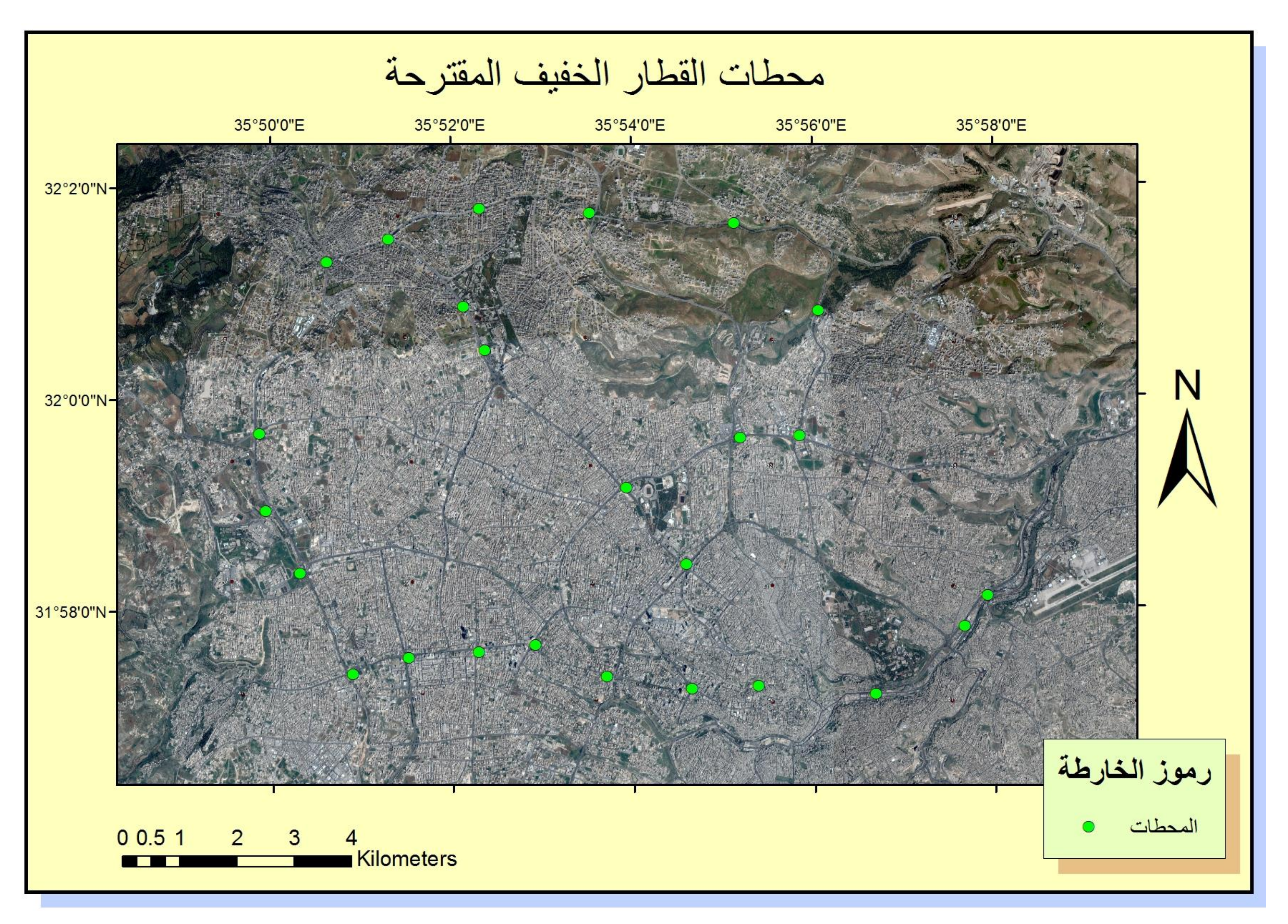
**أسماء المحطات وأبرز المعالم والمناطق التي تخدمها**

| رقم المحطة | اسم المحطة | المناطق التي تخدمها |
|---|---|---|
| 1 | الدوريات (محطة رئيسية 1) | محكمة بداية شمال عمان، مدارس القاهرة، بنك لبنان، مديرية عمل عمان الثالثة، سيفوي جبيهة، الجمارك، المحكمة الشرعية /صويلح، بنك الأردن التجاري، دائرة تسجيل شمال عمان، المجلس الصحي العالمي. |
| 2 | صويلح | شركة الاتصالات الأردنية، مكتب خدمات مياهنا، البنك الإسلامي ، بنك الإسكان، أمانة عمان/ صويلح، الدفاع المدني، شركة الكهرباء المساهمة، موقف باصات السلط، موقف باصات البقعة، حدائق اليوبيل، موقف باصات بيادر السير، بنك الأردن، البنك العربي. |
| 3 | الجبيهة | دائرة الأراضي والمساحة، مديرية ضريبة دخل/ صويلح، متصرفية لواء الجامعة، دائرة الإحصاءات العامة، وزارة التعليم العالي، جامعة الأميرة سمية، الجمعية العلمية الملكية، مختبرات المنهل الصحية. |
| 4 | العلوم التطبيقية | جامعة العلوم التطبيقية |
| 5 | شفا بدران | منطقة ياجوز |
| 6 | العلوم الإسلامية | جامعة العلوم الإسلامية، مركز أمن طارق، طارق مول، سوق طبربور، بنك الإسكان. |
| 7 | دوار المشاغل (محطة رئيسية 2) | مؤسسة النقل العام، موسيقات القوات المسلحة، إسكان القوات المسلحة. |
| 8 | ماركا | مطار ماركا، مؤسسة الخط الحجازي، حديقة الفتح، حدية بانوراما، محكمة الأمانة، مديرية مالية شرق عمان، مركز جمرك المحطة، أمانة عمان/ ماركا، مديرية الشرطة. |
| 9 | المحطة | تكية أم علي، سوق الخضار، سوق البالة، مصنع الغزال. |
| 10 | رغدان | مجمع رغدان، حديقة القصور، الفاروق مول. |
| 11 | المدرج | مكتب البريد، حديقة المعلمين، مؤسسة تنمية الأيتام، |

| | | |
|---|---|---|
| | الروماني | وزارة الأوقاف، مدرسة ضرار بن الأزور الثانوية، القنصلية الباكستانية والإيطالية. |
| 12 | الدوار الثاني | شركة الكهرباء الوطنية، وزارة الإعلام، المركز الأمريكي، فندق لي رويال، الشركة الوطنية للاستشارات والاتصالات، مركز أمن زهران، فندق حياة عمان، مدرسة فلسطين الثانوية، ضريبة الدخل، الشركة الأردنية للإعلام. |
| 13 | الدوار الثالث | مبنى رئاسة الوزراء، حديقة رئاسة الوزراء، ديوان المحاسبة، مديرية الشؤون البلدية، حديقة صلاح الدين، المعهد الوطني للموسيقى. |
| 14 | الدوار الرابع | وزارة الشاب والرياضة، مديرية الأمن العام، الكنيسة الإنجيلية الحرة، فندق الشيراتون، البنك العربي، مديرية الأمن العام. |
| 15 | الدوار الخامس | المعهد الدبلوماسي، تقاطع السادس، بنك الأردن، الأكاديمية الإسلامية، السفارة السعودية. |
| 16 | الدوار السادس | سي تاون، سوق الذهب المركزي، المركز التخصصي للتربية الخاصة، مشروع الصويفية، مجموعة مجمعات ومراكز تجارية، بنك القاهرة عمان. |
| 17 | الدوار السابع | مركز أمن البيادر، وزارة البريد والاتصالات، سلطة المصادر الطبيعية، شركة الاتصالات الأردنية، إسكان الكرم، مجمع الدوار الثامن. |
| 18 | مكة | حديقة الشعب، بنك الاتحاد، الجيش / وادي السير، سيتي مول، مكة مول، دائرة المخابرات العامة، كارفور. |
| 19 | المدينة الطبية | المدينة الطبية، جمعية أصدقاء الشرة، حدائق الحسين، معرض السيارات الملكي، متحف الأطفال، المركز الوطني للأمن وإدارة الأزمات. |
| 20 | خلدا | الهيئة الخيرية الأردنية الهاشمية. |
| 21 | الجامعة الأردنية | الجامعة الأردنية، مجمع اللغة العربية، موقف باصات الجامعة الأردنية، سكن الطالبات. |
| 22 | مستشفى الجامعة | مستشفى الجامعة، كلية المجتمع العربي، بنك القاهرة، المركز الوطني للسكري والغدد الصماء، مستشفى الحسين للسرطان. |
| 23 | المدينة الرياضية | المدينة الرياضية، وزارة الزراعة، الجمعية الوطنية لرعاية المعوقين، المختار مول، المركز الأردني للدراسات. |
| 24 | | مشروع بوليفار العبدلي، وزارة الداخلية، شركة |

| | | |
|---|---|---|
| | الداخلية | الاتصالات الأردنية/ الشميساني، فندق الريجنسي، مياهنا، منظمة الصحة العالمية، أمانة عمان/ العبدلي، شركة الكهرباء الوطنية/ جبل الحسين، صندوق التنمية. |
| 25 | مجمع الشمال | المؤسسة العسكرية، وزارة الصحة، مديرية التجنيد والتعبئة، مجمع باصات الشمال. |

ويوضح الشكل ( 23 ) مواقع المحطات حسب الصورة الفضائية:

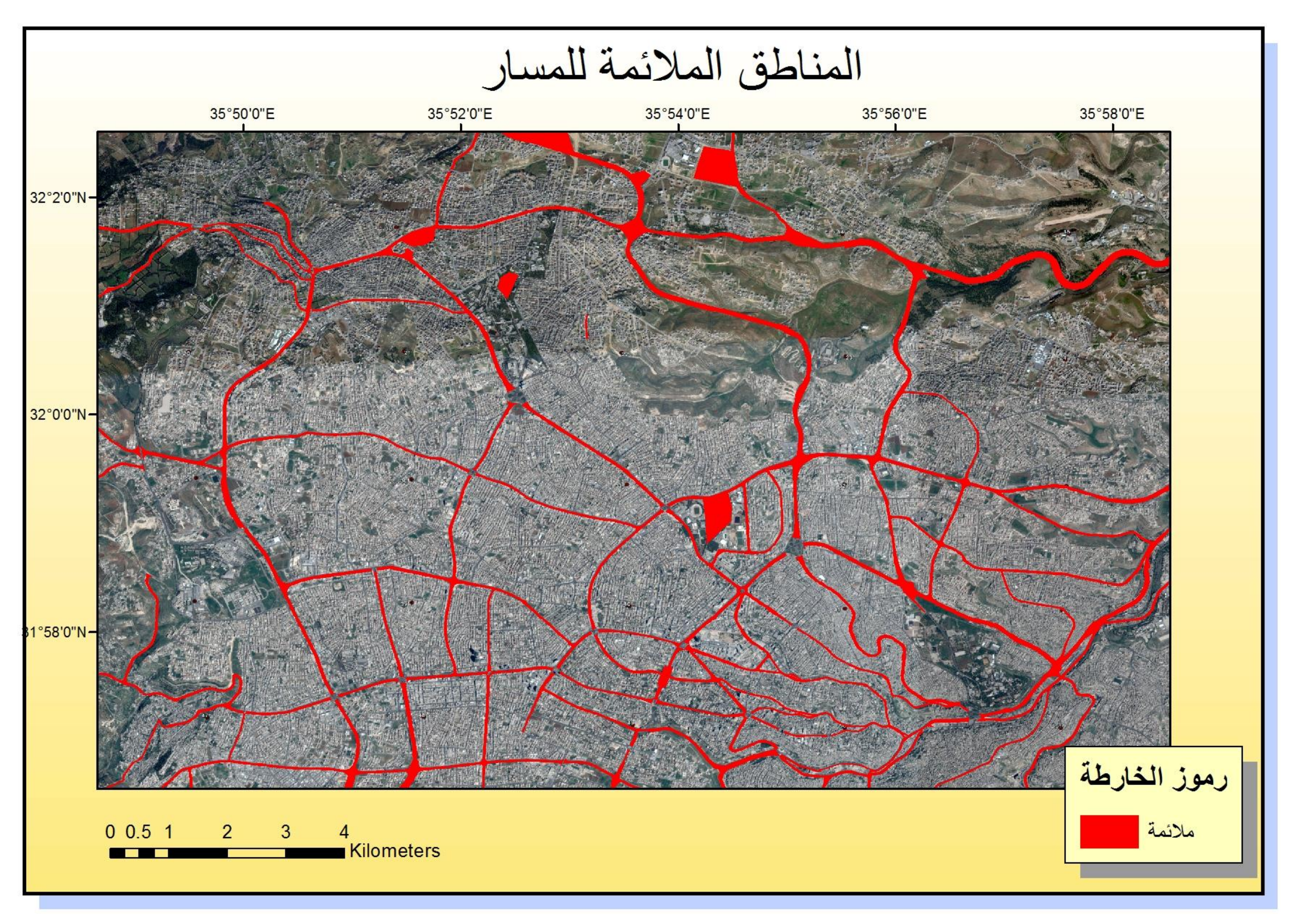



الشكل ( 23 )

يبين توزيع المحطات منطبقاً على الصورة الفضائي.

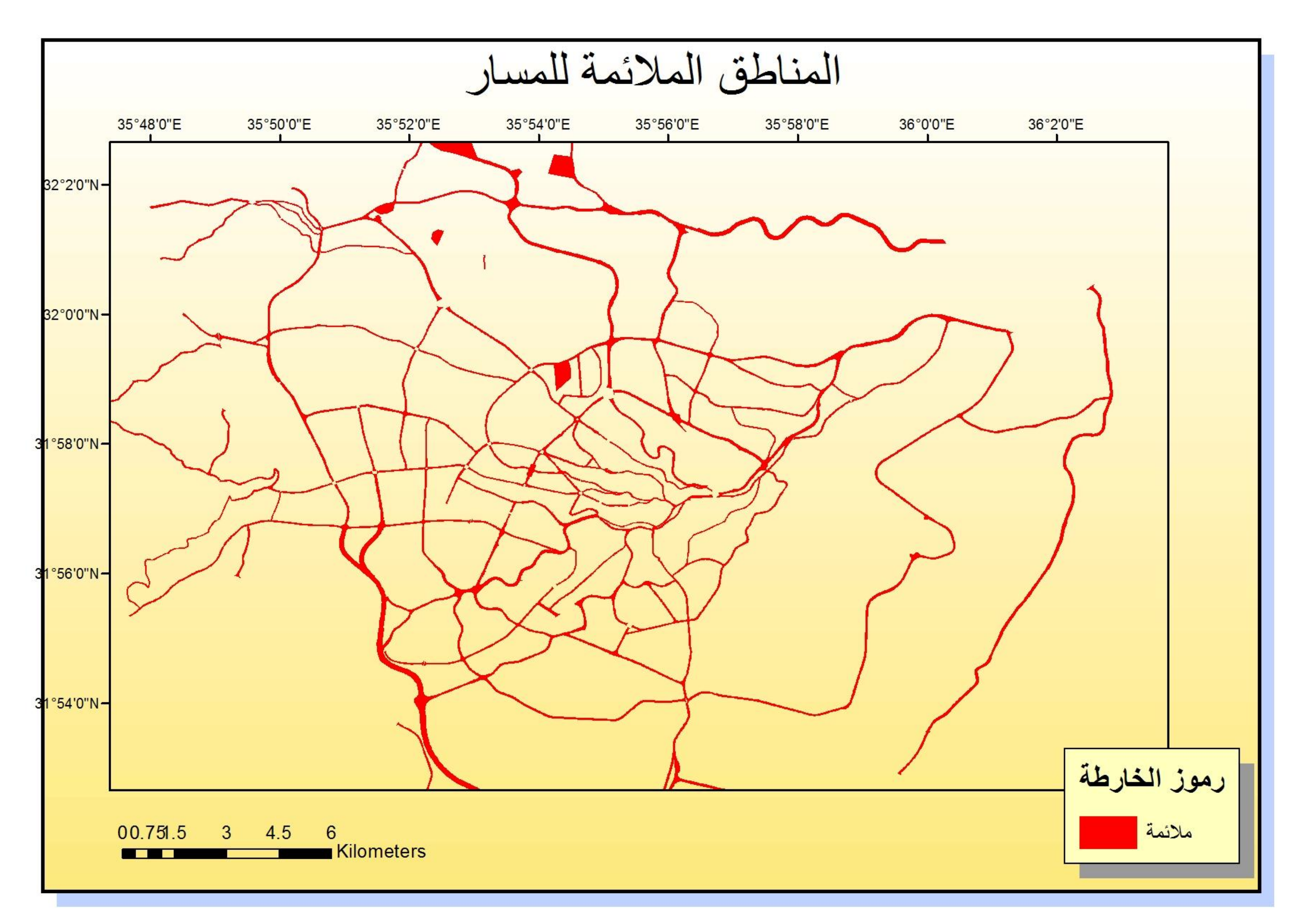
### 3.4 المناطق الملائمة لإنشاء المسار

تم جمع كل من الميل والطرق واستعمالات الاراضي كعوامل رئيسة لمعرفة المناطق الملائمة لإنشاء المسار للقطار الخفيف فكانت نسبة المناطق المسموحة ضمن منطقة الدراسة هي 11.56% و 88.44% ليست ملائمة، ويبين الشكل (24 ) توزيع المناطق الملائمة ضمن منطقة الدراسة.




الشكل ( 24 )

يبين المناطق الملائمة لإنشاء مسار القطار الخفيف مع الصورة الفضائية




الشكل ( 25 )

المناطق الملائمة للقطار الخفيف

## 4.4 درجة الملائمة في المناطق لاختيار مسار القطار

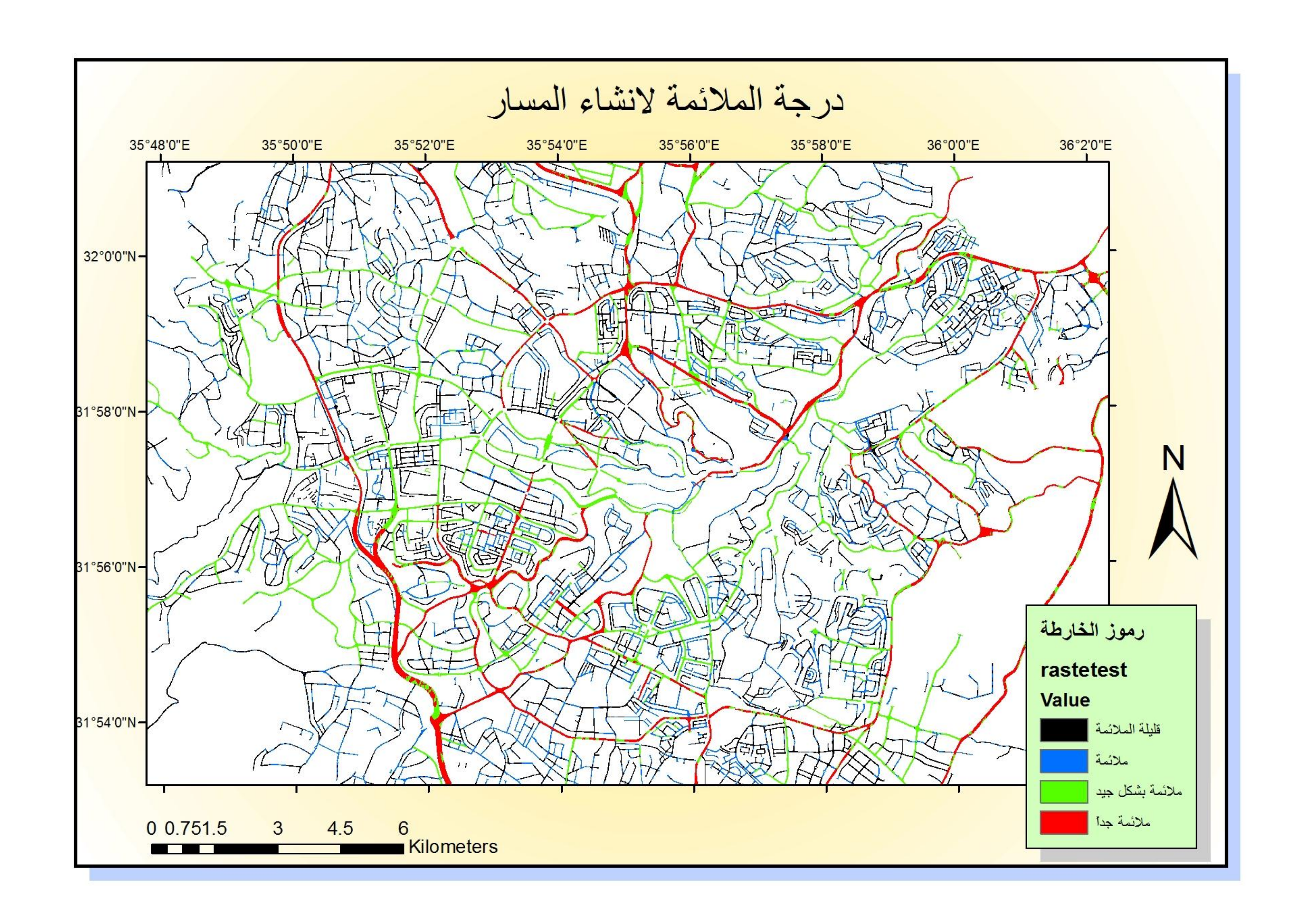
بعد ان تم جمع حاصل ضرب الاوزان بالرتب لكل عامل نتجت خارطة من نوع شبكي (Raster) تحمل القيم من 1 – 24 وتمثل هذه القيم مقدار الملائمة لإنشاء المسار للقطار الخفيف التي تم ايجادها بالتحليل المنطقي وتم توزيع هذه القيم الى اربع فترات كما يبينها الجدول رقم ( 8 ).

**الجدول رقم ( 8 )**

**درجة الملائمة لإنشاء مسار القطار**

| الرقم | درجة الملائمة | الفترة |
|---|---|---|
| 1 | قليلة الملائمة | 5 – 1 |
| 2 | ملائمة | 11 – 6 |
| 3 | ملائمة بشكل جيد | 17 – 12 |
| 4 | ملائمة جداً | 24 – 18 |

ويبين الشكل رقم ( 26 ) خارطة لتوزيع تصنيفات الملائمة لمسار القطار الخفيف، ويوضح الجدول رقم ( 9 ) النسب المئوية لهذه التصنيفات.




شكل(26)

توزيع فئات الملائمة على منطقة الدراسة

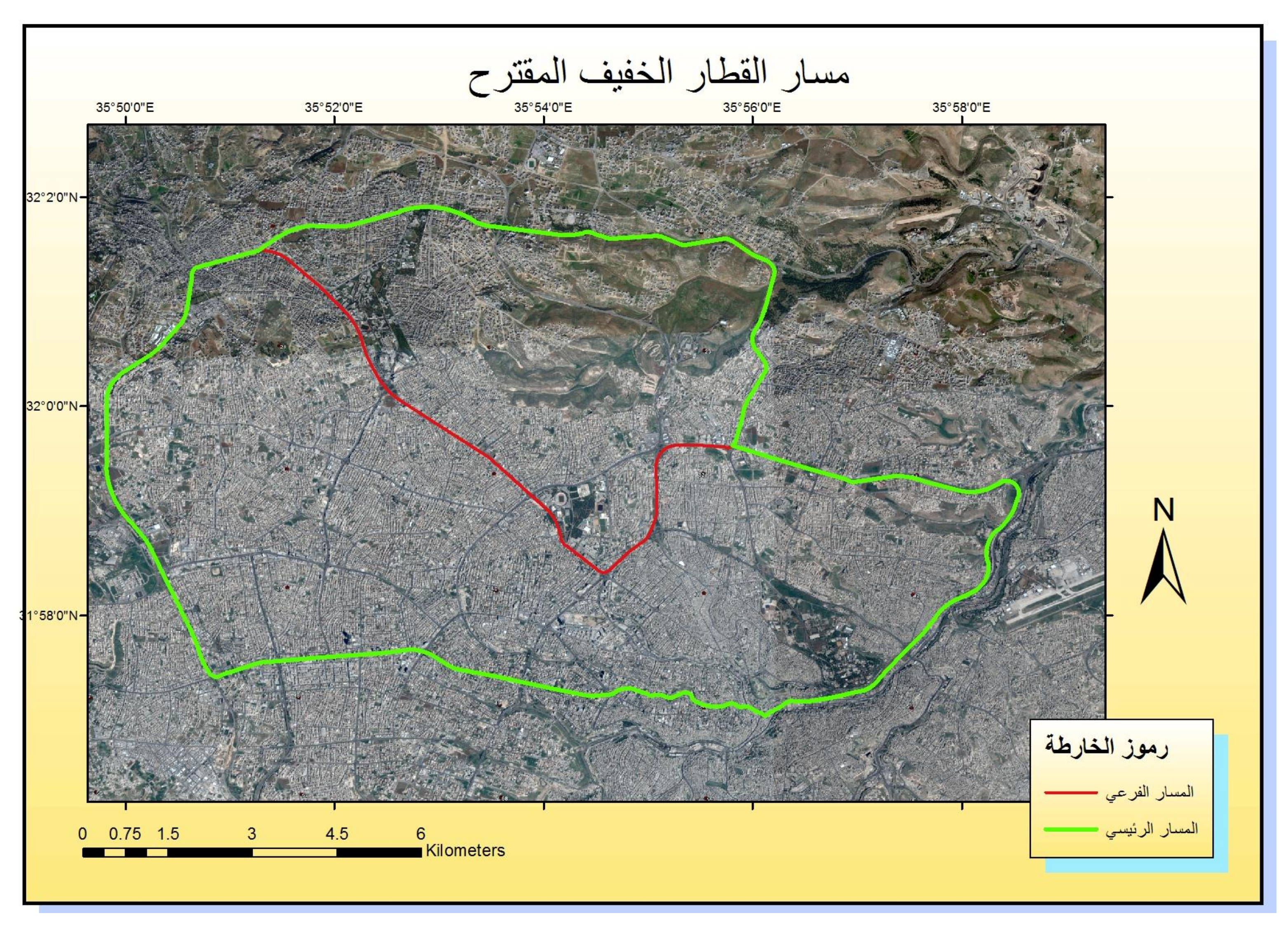
**الجدول رقم ( 9)**
**يبين الجدول النسب المئوية لفترات الملائمة من إجمالي المنطقة المسموحة لإنشاء المسار**

| الرقم | الفترة | النسبة المئوية % |
|---|---|---|
| .1 | قليلة الملائمة | 43.75 |
| .2 | ملائمة | 23.15 |
| .3 | ملائمة بشكل جيد | 20.7 |
| .4 | ملائمة جداً | 12.4 |

## 5.4 المسار النهائي للقطار الخفيف

تم رسم المسار النهائي للقطار في المناطق الملائمة جداً والملائمة بشكل جيد بحيث تعمل على وصل المحطات ببعض في مسارين:

الاول، هو المسار الرئيسي وكان بشكل مغلق كما في الشكل( 27 )، والثاني المسار الفرعي كان على شكل قاطع للمسار المغلق وكان مساره منطبقاً على شارع الملكة رانيا العبد الله ونهايته مروراً بشارع الاستقلال وشارع الاردن كما في الشكل(27).




الشكل ( 27)

المسار النهائي للقطار الخفيف

بلغ طول المسار الكلي 51 كم وبلغ طول المسار الرئيسي المغلق 39.6 كم وطول المسار الفرعي 11.4 كم، ويبين الجدول( 10) أسماء المحطات والمسافة بين كل محطة على امتداد المسار:

**الجدول رقم ( 10)**

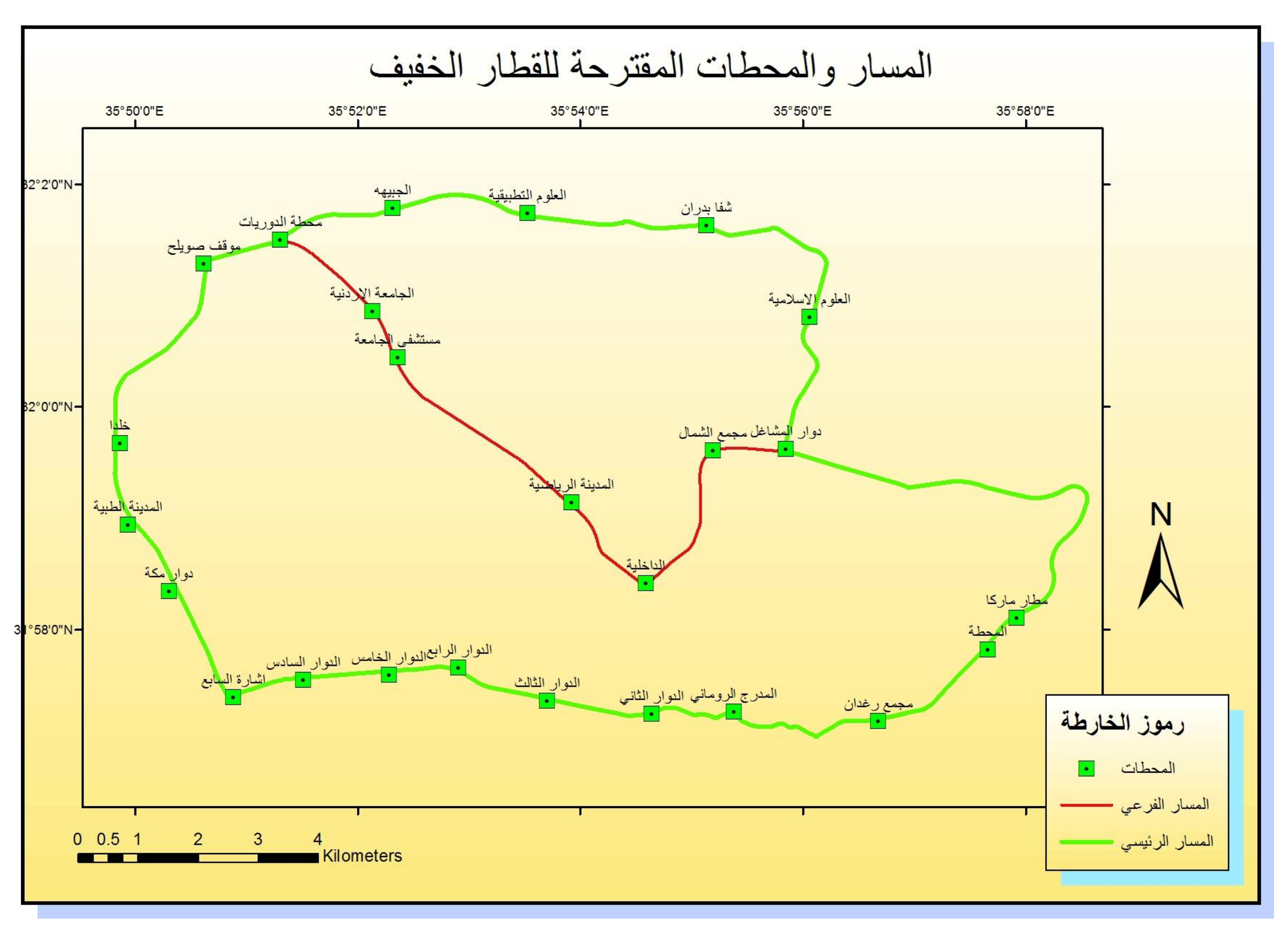
**المسافة بين محطات المسار الرئيسي**

| الرقم | اسم المحطة | المسافة | الرقم | اسم المحطة | المسافة |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الدوريات | | 11 | المدرج الروماني | |
| 2 | الجبيهة | 1732 م | 12 | الدوار الثاني | 1233م |
| 3 | العلوم التطبيقية | 1961 م | 13 | الدوار الثالث | 1509م |
| 4 | مثلث ياجوز | 2551 م | 14 | الدوار الرابع | 1377م |
| 5 | العلوم الاسلامية | 2893 م | 15 | الدوار الخامس | 1000م |
| 6 | دوار المشاغل | 2334 م | 16 | الدوار السادس | 1220م |
| 7 | مطار ماركا | 6740 م | 17 | الدوار السابع | 1032م |
| 8 | المحطة | 1000 | 18 | محطة مكة | 1984م |
| 9 | مجمع رغدان | 2003 م | 19 | المدينة الطبية | 1285م |
| 10 | المدرج الروماني | 2247 | 20 | خلدا | 1322م |
| | | | | صويلح | 3144م |

**الجدول رقم ( 11)**

**المسافة بين محطات المسار الفرعي**

| الرقم | اسم المحطة | المسافة | الرقم | اسم المحطة | المسافة |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الدوريات | | | المدينة الرياضية | |
| 2 | الجامعة الاردنية | 1836 م | | دوار الداخلية | 1750م |
| 3 | مستشفى الجامعة | 8555 م | | مجمع الشمال | 2546م |
| 4 | المدينة الرياضية | 3496 م | | دوار المشاغل | 1000م |




شكل(28)

الناتج النهائي للمسار وتوزيع المحطات

## 6.4 التوصيات:

1. استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأداه مساعدة في صنع القرارات والتخطيط لدى وزارة النقل وامانة عمان ووزارة الاشغال وغيرها من جهات صانعة ومنفذة للمشاريع المدنية، وذلك لقدرته العالية على تحليل البيانات ومعالجتها والقدرة على جمع مجموعة المتغيرات والمحددات وايجاد الحلول والنتائج بناءً عليها.
2. التعديل على مواقف الباصات القادمة من المحافظات الى مدينة عمان بحيث يتم انشاء مواقف خارجية لمداخل عمان الرئيسية الثلاثة واجبار الحافلات الى سلك الطريق الخارجي وتنزيل الركاب بداخلها ومن ثم تنقلهم داخل مدينة عمان باستخدام القطار الخفيف، الامر الذي يخفف من تركيز الحركة المرورية داخل شوارع مدينة العاصمة.

وهنالك اربعة مداخل رئيسية لمدينة عمان :

أ. شارع الاردن: الذي يعتبر المنفذ لمحافظات الشمال عجلون واربد وجرش اضافة الى منطقة ابو نصير، حيث تعتبر اقرب محطة مجمع الشمال الذي هو موجود فعلياً ويكون بإجبار الباصات والسرافيس بالتحميل والتنزيل من المجمع عن طريق شارع الاردن والغاء مرورها بصويلح عن طريق شارع الملكة رانيا الى مجمع الشمال.

ب. تقاطع عين غزال : حيث يعتبر المغذي الرئيسي لكل من محافظة الزرقاء والمفرق اضافة الى ضواحي عمان الشرقية والشمالية الشرقية.

لا يوجد محطة رئيسية للباصات والسرافيس لذلك اقترح انشاء موقف رئيسي لباصات الزرقاء والمفرق وضواحي عمان المخدومة بالموقع ومنعها من دخول المدينة بحيث تكون وسيلة التنقل الرئيسية داخل العاصمة القطار الخفيف.

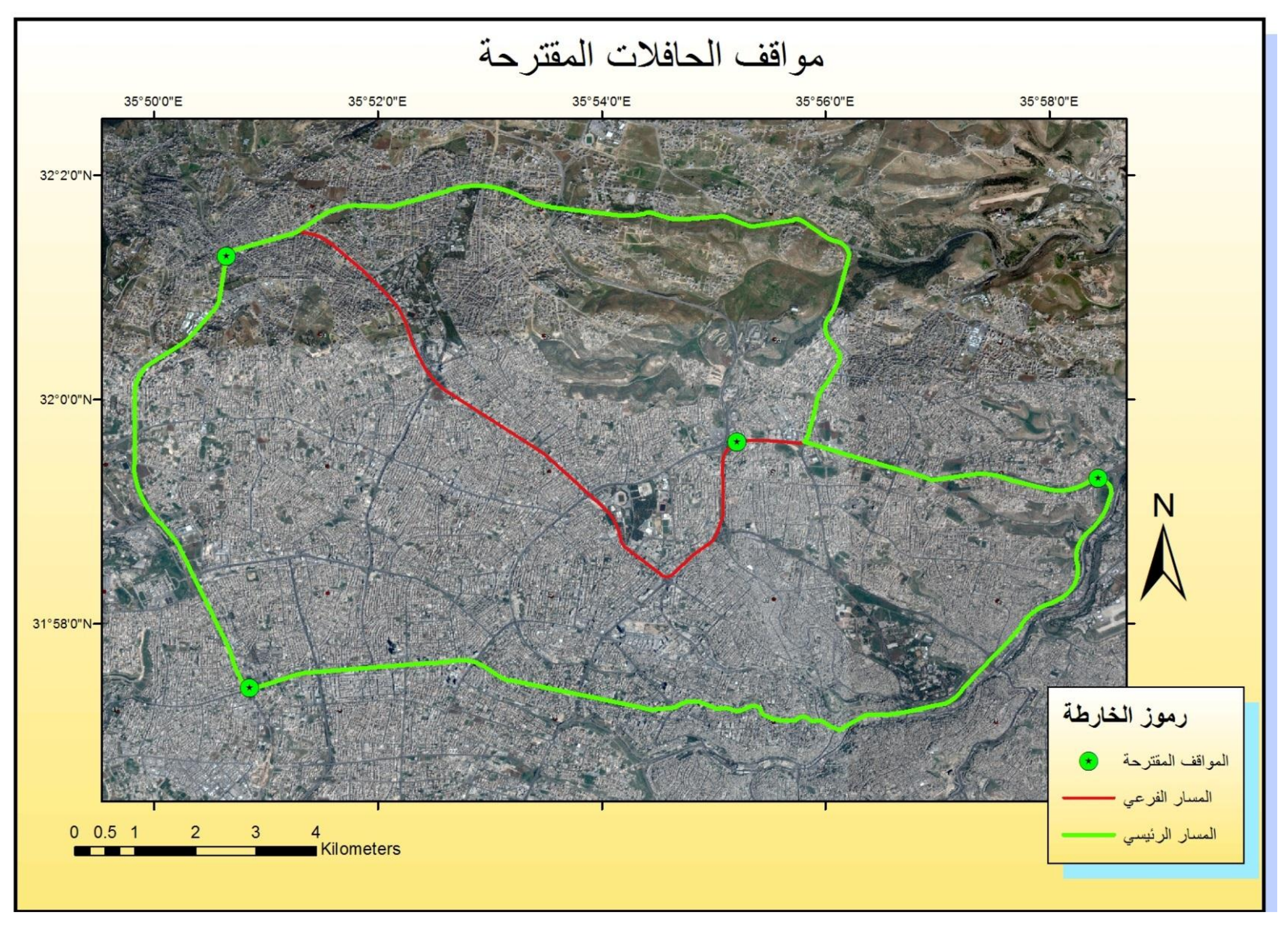
ج. صويلح: تعتبر محطة صويلح من المحطات الحساسة خصوصاً انها تعتبر المدخل الرئيسي لكل من السلط والبقعة وموقف باصات وادي السير اضافة الى محافظات الشمال.

فاقترح انشاء محطة رئيسية او استخدام موقف باصات وادي السير كموقف رئيسي لكل هذه الحافلات والسرافيس بالقرب من محطة قطار صويلح ومنعها من دخول شوارع مدينة عمان.

د. الدوار السابع: حيث يعتبر المدخل الرئيسي لمحافظات الجنوب( الكرك والطفيلة ومعان والعقبة، اضافة الى مطار الملكة علياء)

انشاء موقف باصات السابع وتنزيل وتحميل الركاب فيه اجبارياً ومنع بقية الباصات والسرافيس من دخول شوارع العاصمة.

ويبين الشكل ( 29 ) خارطة تبين المواقع الاربعة ؛ موقف مجمع الشمال وكل من موقف السابع وموقف صويلح وموقف الزرقاء المقترح انشائهم.




الشكل ( 29 )

مواقف باصات المحافظات المقترحة

3. إنشاء مواقف للسيارات الخاصة بجانب مواقف الحافلات المذكورة في المقترح الاول بحيث تتيح لزوار مدينة العاصمة من المحافظات الخارجية من ركن سياراتهم فيها والتنقل داخل المدينة باستخدام القطار الخفيف، الامر الذي يقلل من الكثافة المرورية داخل شوارع المدينة.

4. التعديل على خطوط الباصات الداخلية لمدينة عمان متمثلاً بالتالي:

أ. إلغاء جميع الباصات المنطبقة على مسار خط القطار الخفيف، وتركيزها نحو المناطق التي لا يخدمها القطار.

ب. جعل محطات القطار الخفيف مواقف رئيسية لخطوط الباصات الداخلية لتنقل الركاب من والى المحطات.

5. اعتماد القطار الخفيف كوسيلة نقل رئيسية للجهات الحكومية التي تؤمن المواصلات لموظفيها مثل القوات المسلحة والوزارات والدوائر الحكومية المختلفة، وايجاد محفزات للدوائر الخاصة التي تؤمن المواصلات لموضفيها باستخدامة بشكل رئيسي.

6. الإبقاء على تكلفة استخدام القطار منخفضة لتشجيع الافراد على استخدامه.

7. عمل حملة توعوية اعلامية للمواطنين تبين اهمية القطار ودوره في خدمة المجتمع وكيفية استخدامة بشكل صحيح.

8. إنشاء عربات نقل سياحية تعمل على نقل السياح بجولات تعريفية بمدينة العاصمة خلال زمن قصير.

9. عدد المركبات على خط القطار، والقدرة الاستيعابية للقطار من الركاب، والزمن المستغرق لكل رحلة او لدورة كاملة يتحكم بها عامل التصميم الهندسي لجسم المسار نفسة، والسرعة التصميمية له والميزانية المخصصة للمشروع.

## قائمة المراجع:

Ahmed,N and Asmael,N (2013). **"A GIS-Assisted Optimal Urban Route Selection Based On Multi Criteria Approach"**, The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, Special Issue (D). IRAQ

Al-Adamat,R (2012). **“The use of GIS and Google Earth for preliminary site selection of groundwater recharge in the Azraq Oasis area – Jordan”**, *Journal of Water Resource and Protection,* Vol. (4), No. (6), pp. 395-399.

Al-Adamat,R (2009). **“The use of weighted linear combination (WLC) and Boolean technique with A GIS environment to determine the best site for rain water harvesting ponds in the Al-Hammad basin/ Jordan”**, Engineering Conference for the Federation of Engineering Organizations in Islamic countries, 11-13/5/2009, Damascus. Syria.

Baxter,W. Eyles,J and Elliott,D (1999). **“From Siting Principles to Siting Practices: A Case Study of Discard among Trust, Equity and Community Participation”**, Journal of Environmental Planning and Management, Vol.42, No.4, pp.501-525.

Berry,J (1987). **“fundamental Operation in Computer assisted Map Analysis”**. INT. J. Geographic Information Systems, Vol.1, No.2, ppo.119-136.

Burrough,P and McDonnell,A (1996). **“Principles of Geographical Information Systems”**, Spatial Information System and Geostatistics, Oxford University Press Inc., New York, UK.

Dane,G and Vahap,T (2006) . **“GIS Based Route Determination for Light Rail Systems”**, A Case Study in Izmir, Turkey. Turkey

Dawwas,B (2005). **“ GIS as a Tool for Route Location and Highway Alignment”**; Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master، An-Najah National University. Nablus, Palestine.

Jankowski,P and Richard,L (1994). **“Integration of GIS-based suitability analysis and multicriteria evaluation in a spatial decision support system for route selection”**, Environment and Planning B: Planning and Design. 21:PP. 323-340.

Malczewski,J. Sanchez,M. and Tabia,R (1997). **“Multicriteria Group Decision Making for Environmental Conflict Analysis in the Cape Region”**, Mexico. Journal of Environmental Planning and Management, 40 (3):PP. 349-274.

Sadek,A. Mounia,B and Kaysi,I (1999). **“GIS platform for multicriteria evaluation of route alignments”**, Journal of Transportation Engineering, 125(2): March/April.

Verma,A. and Dhingra,S (2005). **“Optimal Urban Rail Transit Corridor Identification within Integrated Framework Using Geographical Information System”**, Journal of Urban Planning and Development. 131(2):98-111.

**السيرة الذاتية :**

الاسم : قصي مصطفى حسين عنانزه

الكلية : كلية العلوم الاجتماعية

قسم : الجغرافيا

الهاتف: 0797094860

الايميل :qusy64@gmil.com